



Universidad Nacional Autónoma de México  
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad  
Contextos Urbanos

**Estrategias para la sostenibilidad de áreas naturales protegidas mediante la reducción del impacto de tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición sobre los servicios ecosistémicos. Caso Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México**

**TESIS**

que para optar por el grado de Maestra en Ciencias de la Sostenibilidad

Presenta

Diana Laura Lomelí Ramírez

Tutora principal

Dra. María Neftalí Rojas Valencia (Instituto de Ingeniería)

Miembros del Comité tutor

Dra. Marisol Anglés Hernández (Instituto de Investigaciones Jurídicas)

Dra. Elvira Schwanse (Facultad de Arquitectura)

Revisoras

Dra. Lucy Natividad Mora Palomino (Instituto de Geología)

Dra. Silke Cram Heydrich (Instituto de Geografía)

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, Enero, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Coordinación de Estudios de Posgrado**  
**Ciencias de la Sostenibilidad**  
**Oficio: CEP/PCS/178/22**  
**Asunto: Asignación de Jurado**

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 73 del 12 de octubre del 2021, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Lomelí Ramírez Diana Laura** con número de cuenta **310067890** con la tesis titulada "Estrategias para la sostenibilidad de áreas naturales protegidas mediante la reducción del impacto de tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición sobre los servicios ecosistémicos. Caso Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México", bajo la dirección de la Dra. María Neftalí Rojas Valencia y la Dra. Marisol Anglés Hernández.

PRESIDENTA: DRA. SILKE CRAM HEYDRICH  
VOCAL: DRA. LUCY NATIVIDAD MORA PALOMINO  
SECRETARIA: DRA. MARISOL ANGLÉS HERNÁNDEZ  
VOCAL: DRA. ELVIRA SCHWANSE  
VOCAL: DRA. MARÍA NEFTALÍ ROJAS VALENCIA

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 20 de enero de 2022.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

“Había aprendido del campo una cosa: que la mejor tierra no se ve porque la cubre la maleza.”

*Juan Bosch*

“El tipo de ciudad en que queremos vivir está ligado al tipo de personas que queremos ser.”

*David Harvey*

# Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me ha cobijado bajo sus colores durante los últimos años de mi vida y me ha ofrecido innumerables oportunidades para ser mejor, tanto en lo personal como en lo profesional.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, administrativos y académicos, por abrirme las puertas y enseñarme que hay otras maneras de hacer ciencia, así como de entender y enfrentar la vida. Juntos sí somos más fuertes.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo invaluable durante estos dos años para que pudiera dedicarme de tiempo completo a la elaboración de este trabajo.

A la Dra. Neftalí Rojas, a quien agradezco mucho su confianza para aventurarse conmigo en la realización de este trabajo, también sus valiosos comentarios desde su experiencia, por estar al pendiente y también por la libertad que me permitió en el hacer y el decir.

A la Dra. Marisol Anglés, por compartir conmigo su conocimiento y facilitarme materiales para que pudiera aprender más en materia jurídica, que es, sin duda, indispensable para la formación de profesionales en el área de la sostenibilidad. Por el tiempo que se tomó en la revisión de este trabajo.

A la Dra. Elvira Schwanse, por su sencillez y trato cálido. Muchas gracias por el tiempo que invirtió en la lectura de este escrito y por sus comentarios que me ayudaron a mejorar, no sólo en este tema, sino en el planteamiento de otros cuestionamientos (más filosóficos) sobre la actual realidad de los residuos.

A Lucy Mora. La primera persona que creyó en mí y en mi capacidad como profesional, que me enseñó que tener miedo a no saber o poder hacer cosas, no es razón para no intentarlo y que, mucho tiempo después, me sigue dando la oportunidad de aprender enseñando. No puedo agradecerle lo suficiente, pero espero que estas líneas me rediman de la última vez. Gracias por acompañarme a esta segunda meta. Por ser mentora, colega y amiga.

A la Dra. Silke Cram, a quien he admirado desde que tomé la clase de Restauración en la carrera y que, sin duda, me llevó a enamorarme del suelo. Qué alegría volver a coincidir. Gracias por la invaluable meticulosidad con la que revisó este texto; valoro muchísimo lo atinado de cada comentario.

A mis profesores del Posgrado, por su tiempo y su dedicación, por sus ganas de crear un mejor mundo. A Fabiola Gress, por su amable asesoría en lo referente al uso de SIG y su conocimiento sobre el estudio del paisaje. A Perla Fernández, por su forma de transmitir lo importante que es entender el territorio y compartir su conocimiento siempre desde la empatía.

A Porfirio Martínez Solares, por facilitarme el acercamiento con los ejidatarios de San Gregorio y con diferentes funcionarios de la Alcaldía de Xochimilco.

A los ejidatarios de San Gregorio por darme el *tour* por sus tierras, por compartirme sus experiencias, inquietudes y puntos de vista.

Al Sr. Luis Lorenzana, encargado del Almacén de la Noria, por tomarse el tiempo de platicar tan amablemente conmigo sobre sus vivencias y vasta experiencia en su trabajo.

A Sol Villegas, por compartir su valiosa experiencia trabajando con datos del ANP-EXSGA.

# Dedicatorias

A mis papás, por su amor y apoyo incondicionales, por cada demostración de afecto, desde la más pequeña hasta la más grande. Por darme todas las herramientas que he necesitado para llegar hasta aquí. No tengo duda de que son los mejores del mundo. Los amo muchísimo.

A mis hermanas, por las porras de toda la vida, por su ejemplo y por su amor. Las admiro y amo muchísimo.

A Sofía y Mateo, mis amores chiquitos, por despertarme tempranito en las mañanas de los días que compartimos juntos y por enseñarme tanto, los amo. A Lucio, que fue y es una constante fuente de alegría, aún desde antes de llegar al mundo.

A los que ya no están: tía Chely y tío Gus. Un beso, como siempre.

A mi Luna, viejita, por acompañarme cada día, por su ternura y por ser una gran chica.

A las Minchaca, por el tiempo compartido. A Sam por ayudarme en la búsqueda satelital y la buena ondez de siempre. A Imo por ofrecerme su confianza. A Ale por ser y estar, por tanto. A Oli por su luz.

A Lilian, por estar siempre presente y al pendiente y por seguirme motivando. Ojalá en el futuro podamos hacer más cosas juntas. Te admiro y quiero mucho.

A Kusy, por ayudarme a resolver mis muy específicas dudas jurídicas. Te inamo.

Amigos de todos los tiempos, los bastarditos, los preparatorianos, los compas terrólogos y las personas maravillosas que conocí en el Posgrado, por su calidad humana.

A.R. Gracias por todo lo que aprendí.

A mis alumnos de todas las generaciones, por su paciencia y por todo lo que me han enseñado.

A las personas interesadas en leer este texto.

# Resumen

La Ciudad de México genera hasta 14,000 ton/día de residuos de construcción y demolición (RCD) (SEDEMA, 2020). Estos residuos son pobremente aprovechados para el reciclaje y generalmente dispuestos en rellenos sanitarios fuera de la entidad o en tiraderos clandestinos (TCRCD). Sobre estos últimos, más de la mitad se localizan en Suelo de Conservación; tal es el caso del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA), en donde se concentra hasta el 80% de las denuncias por TCRCD de la CDMX. El ANP-EXSGA alberga un remanente de humedal con una gran importancia ecológica y cultural a nivel nacional e internacional (Patrimonio Natural y Cultural por la UNESCO, sitio RAMSAR y patrimonio agrícola por la FAO). Además, está sujeta a las presiones de la expansión urbana circundante. Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación es encontrar formas de reducir el impacto sobre los servicios ecosistémicos (SE) del suelo del ANP-EXSGA derivados de los TCRCD. Para localizar y evaluar el impacto de los TCRCD sobre los SE, se usaron imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (QGIS 3.10), en conjunto con el Proceso Analítico Jerárquico y un Análisis Multicriterio de combinación lineal ponderada. Para generar una propuesta concreta y específica para el área, se realizaron entrevistas con algunos ejidatarios del ANP-EXSGA y funcionarios públicos. Como resultado se obtuvieron mapas de unidades de paisaje y polígonos de componentes sociales, el primero para determinar los impactos ambientales y el segundo para los impactos sociales. Se localizaron un total de 116 TCRCD, 60% de los cuales se ubican en zona agrícolas y de protección, especialmente en el Ejido de San Gregorio Atlapulco, mientras que el resto se ubicó en áreas urbanas que están cambiando informalmente su uso de suelo por asentamientos humanos irregulares. Las estrategias incluyen la rehabilitación de los suelos sellados por TCRCD en el área rural, mediante el aprovechamiento de los RCD en la implementación de tecnosoles y, para los TCRCD urbanos, el reúso de RCD para la producción de adoquines y mobiliario urbano para uso en jardines y parques de la Alcaldía Xochimilco.



# Abstract

Mexico City (CDMX) produces up to 14,000 tons of construction and demolition waste (CDW), daily (SEDEMA, 2020). Since this type of waste is poorly recycled in the entity, it is mainly sent to landfills in the outskirts of the city or disposed in illegal dumping sites (CDWIDS). These dumping sites are most likely to be found on Conservation Land, such as the Natural Protected Area “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA, in its Spanish acronym); in 2018 this area alone presented almost 80% of the complaints presented regarding CDW illegal dumping in CDMX. ANP-EXSGA is well known for being one of the greater remainings of the CDMX’s ancient wetland, which is also of great ecological and cultural importance, both domestically and internationally, as shown by being named World Heritage Site by UNESCO, a RAMSAR site, and a Globally Important Agricultural Heritage System by FAO. This socio-ecological system is for all the inhabitants of CDMX of major importance since it provides great Ecosystem Services (ES), which are also at jeopardy due to the surrounding urban sprawl. The aim of this study was to generate a strategy that can involve different actors for mitigating the impact on the ANP-EXSGA ecosystem services derived from CDW illegal dumping. Satellite images and geographic information systems (QGIS 3.10) were used to locate CDWIDS and to estimate their impacts on soil ES in accordance with the landscape and social units determined by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and a Multi-Criteria Evaluation (weighted linear combination). Interviews to ejidatarios (landowners and farmers) and civil servants were conducted as well. We obtained both a landscape and a social setting map and an environmental and social impact map. 94 CDWIDS and 22 complaints were in the ANP-EXSGA, 60% of which were found on agricultural and protection land, especially in the Ejido de San Gregorio Atlapulco, whilst the rest was found near informal settlements transforming into urban. The mitigation strategies proposed included the rehabilitation of soil sealed by CDWIDS in rural areas, by implementing technosols. For the urban CDWIDS the reuse of CDW into paving stone and street furniture for gardens and parks of the Alcaldía Xochimilco.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos e hipótesis</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivos	
2.1.1. General	
2.1.2. Particulares	
2.2. Hipótesis	
<b>3. Justificación</b>	<b>6</b>
3.1. Problemática	
3.2. Relevancia	11
3.2.1. Patrimonio cultural y ecológico	
3.3. Alcances y limitaciones	13
<b>4. Marco teórico</b>	<b>15</b>
4.1. Sistemas socioecológicos	
4.2. Servicios ecosistémicos	18
4.3. El suelo	20
4.3.2. Calidad y degradación de suelo	22
4.4. Impacto ambiental	23
<b>5. Suelo de Conservación y el ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”</b>	<b>24</b>
5.1. El Suelo de Conservación en la Ciudad de México	
5.2. Áreas Naturales Protegidas en la CDMX y el ANP-EXSGA	28
<b>6. Residuos de construcción y demolición</b>	<b>30</b>
6.1. Los RCD en el contexto mexicano	
6.2. Los residuos de construcción y demolición en la CDMX	32
6.3. Tiraderos clandestinos de RCD	33
6.4. Estudios sobre la disposición final y tiraderos de RCD	35
6.5. Uso y reúso	38
6.6. Marco legislativo actual	
<b>7. Área de estudio y métodos</b>	<b>45</b>
7.1. Área de estudio	

7.2 Ruta metodológica	46
7.3 Localización y caracterización de TCRC D en el ANP-EXSGA	47
7.4 Delimitación de componentes de análisis geoespacial en el área de estudio	49
7.5 Determinación de impacto por TCRC D	53
7.6 Descripción y análisis del sistema socioecológico	57
7.7 Entrevistas	58
<b>8. Resultados y discusión</b>	<b>60</b>
8.1 Localización de TCRC D en el ANP-EXSGA	
8.2 Descripción y análisis del sistema socioecológico	64
8.2.1 Entorno social, económico y político	
8.2.2 Sistema de recursos	72
8.2.2.1 Infraestructura	82
8.2.3 Unidades de recurso	84
8.2.3.1 Valor de mercado	
8.2.3 Actores	86
8.2.4 Sistema de gobernanza	93
8.2.4.1 Marco legislativo actual del ANP-EXSGA	
8.3 Delimitación de unidades de paisajes y polígonos de componentes sociales	98
8.4 Impacto de los TCRC D en el ANP-EXSGA	102
<b>9. Estrategias</b>	<b>110</b>
9.1 Propuesta de rehabilitación de zonas rurales con presencia de TCRC D	
9.1.2 Fases estratégicas de realización de la propuesta	112
9.1.3 Resultados esperados	122
9.1.4 Actores, recursos y financiamiento	123
9.1.5 Experiencias previas: relatoría	127
9.2 Estrategia para TCRC D en zona urbana	129
9.2.1 Fases de la estrategia	130
9.3 Consideraciones para un escenario estratégico futuro	132
9.3.1 Fases del escenario transformativo futuro	133
<b>10. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>139</b>
10.1 Conclusiones	139

10.2 Recomendaciones	141
<b>Referencias</b>	<b>142</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>153</b>

# Índice de figuras

1.1. Montículos de RCD dentro del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”	2
3.1 Zonificación de riesgo sísmico en la Ciudad de México	8
3.2. Árbol de problemas relacionados con los TCRCd en el ANP-EXSGA	10
3.3. Nombramientos y decretos nacionales (izquierda) e internacionales (derecha) importantes en la zona, por orden cronológico	13
4.1. Componentes del SSE del ANP-EXSGA	16
4.2. Clasificación y ejemplos de servicios ecosistémicos en términos de sus beneficios.	19
5.1. Superficie sellada de la CDMX (rojo) y SC (blanco)	24
5.2. Servicios ecosistémicos principales del SC de la CDMX	25
5.3. Ubicación del ANP-EXSGA	27
5.4. <i>Ambystoma mexicanum</i> (ajolote)	28
6.1. Componentes de los RCD en México.	31
6.2. Materiales originarios y propiedades fisicoquímicas de los RCD	31
6.3. Impactos ambientales, económicos, sociales y de salud pública de los TCRCd	34
6.4. Marco legislativo aplicable a los RCD en la CDMX	39
6.5. Dinámica de los RCD en la Ciudad de México	44
7.1. Localización del área de estudio	45
7.2. Ruta metodológica y planteamiento de la investigación	47
7.3. Ampliación de imagen satelital de Google Earth (2019) dentro de la Zona Sujeta a Conservación de los Ejidos de San Gregorio Atlapulco	48
7.4. Selección de componentes para la determinación de unidades de paisaje y el entorno social del ANP-EXSGA	50
7.5. Superposición de mapas temáticos para la obtención de unidades de paisaje del ANP-EXSGA.	51
7.6. Superposición de mapas temáticos para la obtención de polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA	52
8.1. Localización de TCRCd y denuncias ante PAOT y el GCDMX	62
8.2. Actividades económicas del ANP-EXSGA y su relación con los TCRCd	66

8.3. Número de habitantes del ANP-EXSGA y su relación con los TCRC	<b>67</b>
8.4. Geomorfología del ANP-EXSGA	<b>73</b>
8.6. Clima del ANP-EXSGA	<b>76</b>
8.7. Edafología del ANP-EXSGA y su relación con los TCRC	<b>79</b>
8.8. Uso de suelo del ANP-EXSGA y su relación con los TCRC	<b>81</b>
8.9. Almacén de La Noria (amarillo). Montículos de fresado (verde), escombro (rojo) y material triturado (azul)	<b>82</b>
8.10. Diagrama de flujo de los RCD colectados anualmente por la Alcaldía Xochimilco	<b>84</b>
8.11. Valor de suelo promedio suelo en el ANP-EXSGA (negro)	<b>85</b>
8.12. Mapa de actores en la problemática de los TCRC	<b>91</b>
8.13. Zonificación del ANP-EXSGA	<b>96</b>
8.14. Nombramientos nacionales e internacionales en la zona de estudio	<b>98</b>
8.15. Mapa de unidades de paisajes del ANP-EXSGA	<b>100</b>
8.16. Mapa de polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA	<b>101</b>
8.17. Tiraderos clandestinos de RCD y otros residuos en el Ejido de San Gregorio Atlapulco	<b>103</b>
8.18. Impacto de los TCRC sobre las unidades de paisaje del ANP-EXSGA	<b>106</b>
8.19. Impacto de los TCRC sobre los polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA	<b>107</b>
9.1. Cronograma de actividades de las fases 0 y I	<b>115</b>
9.2. Cronograma de actividades de la fase II	<b>116</b>
9.3. Espesor de las capas de suelo y RCD sugeridas	<b>117</b>
9.4. Propuesta de distribución, dimensiones de parcelas experimentales y sus coberturas	<b>118</b>
9.5. Cronograma de actividades de la fase III	<b>120</b>
9.6. Cronograma de actividades de la fase IV	<b>121</b>

# Índice de tablas

4.1. Componentes de un SSE. Modificado de McGinnis y Ostrom (2014)	<b>17</b>
4.2. Servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA.	<b>20</b>
6.1. Posible afectación de los Servicios Ecosistémicos del ANP-EXSGA por TCRC	<b>34</b>
7.1. Ejemplo de AHP aplicado a las variables de unidades de paisaje	<b>53</b>
7.2. Pesos y valores para la determinación de impacto por TCRC en las unidades de paisaje y polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA	<b>53</b>
7.3 Servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA y su posible afectación por TCRC.	<b>56</b>
7.4. Selección de variables y fuentes de información para el SSE del ANP-EXSGA	<b>57</b>
8.1 Localización de TCRC y denuncias	<b>61</b>
8.2. Caracterización de TCRC en el ANP-EXSGA. Fuente: elaboración propia	<b>64</b>
8.3. Descripción de variables económicas y demográficas del ANP-EXGA	<b>64</b>
8.4 Cobertura de cada componente biofísico en el ANP-EXSGA.	<b>72</b>
8.5. Percepción de los ejidatarios sobre la confianza en las instituciones para resolver el problema	<b>92</b>
8.6. Indicadores y elementos que conforman las unidades sociales y de paisaje	<b>99</b>
8.7 Impacto de TCRC sobre los SE de 72 ha del ANP-EXSGA	<b>108</b>
9.1. Actores involucrados y tipo de intervención en el proyecto	<b>123</b>
9.2. Relación de las estrategias de la fase I con sus indicadores de evaluación	<b>134</b>
9.3. Relación de las estrategias de la fase II con sus indicadores de evaluación	<b>136</b>
9.4. Relación de las estrategias de la fase III con sus indicadores de evaluación	<b>138</b>

# Abreviaturas

<b>A</b>	Actores
<b>AGEB</b>	Área Geoestadística Básica
<b>AHI</b>	Asentamiento humano irregular/Asentamientos humanos irregulares
<b>ANP</b>	Área Natural Protegida/Áreas Naturales Protegidas
<b>ANP-EXSGA</b>	Área Natural Protegida "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco"
<b>CDMX</b>	Ciudad de México
<b>CMIC</b>	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
<b>ESEP</b>	Entorno social, económico y político
<b>GCDMX</b>	Gobierno de la Ciudad de México
<b>LAPTFD</b>	Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>LGPGIR</b>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
<b>PAOT</b>	Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México
<b>RCD</b>	Residuos de construcción y demolición
<b>SC</b>	Suelo de Conservación
<b>SE</b>	Servicios ecosistémicos
<b>SEDEMA</b>	Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México
<b>SG</b>	Sistema de gobernanza
<b>SIG</b>	Sistema de información geográfica
<b>SR</b>	Sistema de recursos
<b>SSE</b>	Sistema socioecológico/Sistemas socioecológicos
<b>SZRE</b>	Subzona de Restauración Ecológica
<b>TC</b>	Tiradero clandestino
<b>TCRCD</b>	Tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición
<b>UR</b>	Unidades del recurso
<b>ZCHAT</b>	Zona chinampera y agrícola de temporal
<b>ZP</b>	Zona de protección
<b>ZUP</b>	Zona de infraestructura y uso públi



# Glosario

*Área Natural Protegida.* Espacios naturales que no han sido del todo alterados por actividades antropogénicas y que por sus características ecogeográficas, por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad, contenido de especies, bienes y servicios ambientales y culturales requieren ser preservadas y restauradas (LAPTRDF, 2017).

*Calidad del suelo.* Se dice de la capacidad que tiene el para sostener la productividad biológica y la diversidad, la (calidad del aire y del agua) y promover la salud de plantas, animales y humanos (Brady y Weil, 2002).

*Cascajo.* Son los residuos derivados de la demolición exclusivamente, esto es sin mezclar el material pétreo, cemento, block, yeso, concreto, cerámicos, con otro tipo de residuos.

*Chinampa.* Islotes lacustres de sistemas agroproductivos y habitacionales, montados en empalizadas de carrillo rellenas gradualmente con follaje, hierba seca, piedras, tierra y limo del fondo del lago de Xochimilco (González-Pozo, 2016; Peralta-Flores, 2011)

*Degradación de suelo.* La pérdida de la calidad del suelo, es decir, la disminución de la capacidad del suelo para producir bienes y servicios (FAO, 2015). Se da principalmente por procesos y actividades antropogénicas.

*Disposición final inadecuada.* Son todas aquellas estrategias implementadas por privados y la sociedad en general que contravienen lo estipulado por la ley para la disposición final de residuos. Generalmente se da en tiraderos a cielo abierto, donde no se aíslan los residuos del medio biofísico.

*Disposición final.* “Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos” (LGPGIR, 2018)

*Escombro.* Comúnmente conocido como cascajo. Es la mezcla (sin separar) de fragmentos de block, tabique, adoquín, tubos, ladrillo, pétreos, entre otros, en los que se incluyen también otros residuos, como varillas, madero o plásticos.

*Generación de residuos.* “Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo” (LGPGIR, 2018).

*Gestión integral de residuos.* El entramado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (LGPGIR, 2018).

*Gobernanza ambiental.* Proceso de toma de decisiones que diversos actores sociales logran direccionar y estructurar institucional y técnicamente para alcanzar determinados objetivos comunes (de la Mora, 2016). Implica la participación de distintos órdenes de gobierno y grupos sociales interesados e involucrados en la conservación. La producción de información (técnica y científica) necesaria para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas.

*Impacto ambiental.* “Modificación del ambiente, ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza” (LAPTFD, 2017).

*Manejo integral de residuos.* Se entiende por las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (LGPGIR, 2018).

*Residuos de construcción y demolición.* Son aquellos derivados de la industria de la construcción, desprendidos del reencarpetamiento de vialidades, la excavación, la demolición y materiales sobrantes, así como de eventos naturales como los terremotos. Incluyen materiales pétreos, cerámicos, yeso, tabique, plásticos, madera, papel, vidrio, metales, entre otros.

*Residuos de manejo especial.”* Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos” (LGPGIR, 2018).

*Responsabilidad compartida.* Este principio reconoce que la generación de residuos proviene de una larga cadena que va desde la creación de productos y servicios y sus insumos. En esta cadena todos los implicados son responsables de los residuos; en consecuencia, se requiere de la “participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno” (LGPGIR, 2018).

*Servicios ecosistémicos.* También conocidos como servicios ambientales. Son el conjunto de condiciones y procesos a través de los cuales las especies y los ecosistemas mantienen la vida humana y proveen beneficios para las sociedades (Daily *et al.*, 1997; Reyers *et al.*, 2012).

*Sistema socioecológico.* La conjunción inseparable y como un todo de los subsistemas biofísico y socioeconómico, que se da mediante relaciones e interacciones de provisión de servicios ecosistémicos o ambientales del primero para el segundo y que, en contraposición, se retroalimenta de las decisiones de manejo e intervenciones que modifican el ecosistema (Maass, 2012; Challenger *et al.*, 2015).

*Suelo.* Se dice de la interfaz sólida entre la atmósfera y la litósfera, en la que, además, interactúan los cuerpos de agua y que, en conjunto, sostiene la vida de plantas y animales terrestres (White, 2006).

*Tecnosol.* Suelos que están muy influenciados por materiales derivados de la actividad humana, como rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería, pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y otros materiales hechos por el hombre. Los tecnosoles son frecuentemente referidos como suelos urbanos (FAO, 2008).

*Tiradero clandestino.* Es un depósito de residuos que no fueron tratados de ninguna forma y que carece de monitoreo y autorización de las autoridades competentes (Jordá *et al.*, 2014).

# Capítulo 1

## Introducción

De acuerdo con las Naciones Unidas (2019) la mayor parte de la población del mundo vive en un entorno urbano, esto representa un 55% de la población, aunque se estima que para el año 2050 el 68% de la población mundial será la que viva en ciudades. Esto significa que cada vez más hay más personas en las ciudades que en el campo. Las zonas urbanas son consideradas detonantes de crecimiento económico, de la reducción de la pobreza y del desarrollo humano (UN, 2019); sin embargo, este crecimiento representa numerosos retos, entre ellos el crecimiento acelerado de la población (Cohen, 2005), la contaminación atmosférica (Edgerton *et al.*, 2011), el suministro y disposición de agua (Jujnovsky *et al.*, 2012) y la generación de residuos sólidos urbanos y gases de efecto invernadero que amenazan la sostenibilidad ambiental (SEDESOL, 2009; McGranahan y Satterthwaite, 2003).

Así, la Ciudad de México (CDMX) se encuentra entre las cinco ciudades más pobladas del mundo (UN, 2019), en ella existe un gran crecimiento urbano, así como el auge de la industria inmobiliaria en el sector vivienda, industria, servicios, comercio y salud (CEESCO, 2016), lo que en consecuencia genera altos volúmenes de residuos de construcción y demolición (RCD); por lo que, en la última década, el manejo los mismos se ha convertido en un tema central para el desarrollo sostenible de las ciudades (Ding *et al.*, 2016).

Solamente en México se generan alrededor de 6 millones de toneladas de RCD anualmente (CMIC, s.f.), de las que 14,000 m<sup>3</sup> diarios provienen de la CDMX (SEDEMA, 2020); aunque esto no toma en cuenta la disposición irregular de RCD. El volumen de generación de los RCD produce también una alta demanda de espacios para su disposición; sin embargo, en la CDMX sólo existen algunos sitios de tratamiento regulados, lo que hace que una gran cantidad de estos se transporte a otros estados o, en su defecto, se deposite en tiraderos clandestinos de RCD (**TCRCD**).

A pesar de las restricciones, las leyes y las normas existentes en torno a la disposición de estos residuos en la CDMX, en 2010 la Procuraduría Ambiental del Ordenamiento Territorial del D.F. (PAOT) reportó 168 TCRCD sobre terrenos baldíos y áreas ecológicas con alto valor ambiental, 55% de los cuales se encontraban sobre el Suelo de Conservación (SC), importante para la provisión de servicios ecosistémicos y, en consecuencia, para el bienestar de los capitalinos (PAOT, 2016).

Esta problemática se observa con claridad en el Área Natural Protegida “Ejididos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA), también Patrimonio Mundial por la UNESCO (1987). En ella se conserva una importante superficie remanente de los humedales del Valle de México, así como la chinampería como tradición agrícola. Según ejidatarios de la zona (com. pers., febrero 2020) los primeros TCRCD datan del terremoto de 1985, aunque han seguido acumulándose desde entonces (figura 1.1). Esta práctica es recurrente en suelo agrícola y chinampero, incluidos los canales.



Figura 1.1. Montículos de RCD dentro del ANP “Ejididos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.

Fuente: Diana Lomelí (noviembre 2020)

Como consecuencia de disponer inadecuadamente los RCD, se afecta el ambiente mediante la pérdida de los servicios ecosistémicos (**SE**) que provee el humedal

incrementando el riesgo a inundaciones, el aumento de enfermedades respiratorias y enfrentamientos sociales (PAOT, 2010; CMIC, s.f.; Jiménez, 2005), así como la pérdida de la productividad de los terrenos dedicados a actividades agropecuarias o el abandono de tierras. Esta pérdida de SE se desprende en gran medida de las afectaciones a los suelos a causa de los TCRCD, porque estos cumplen un papel fundamental para la provisión de SE y, en consecuencia, para el mantenimiento de la vida. De acuerdo con la *European Commission* (2010) y la FAO (2015), algunas de esos SE incluyen el soporte vegetal, la agricultura, filtración de agua, amortiguamiento de sustancias, los ciclos biogeoquímicos, así como el patrimonio arqueológico e histórico. Todos ellos indispensables para el funcionamiento de los socioecosistemas.

El problema de los TCRCD en el ANP-EXSGA se puede abordar desde el enfoque de los sistemas socioecológicos (SSE), puesto que este marco de las ciencias de la sostenibilidad permite el análisis de los componentes dividiéndolos en una dimensión ecológica y otra social. La dimensión social incluye a los actores y al sistema de gobernanza, que se conforma por un conjunto de reglas, acuerdos e instituciones, es decir, el marco legal. En el caso del ANP-EXSGA, lo social afecta a lo ecológico, porque los actores locales desempeñan o permiten la actividad de los TCRCD en el territorio. La proliferación de TCRCD en el ANP-EXSGA tiene una influencia directa sobre los SE de la CDMX y proviene de las interacciones sociales entre los propietarios de la tierra, el gobierno y otros agentes externos (los transportadores de RCD, por ejemplo), por lo que conocer los principales factores de esa interacción permitiría proponer soluciones para evitarla.

Por otro lado, se hace evidente que un mejor manejo de los RCD ayudaría a disminuir los tiraderos clandestinos y, con ello, a atenuar sus efectos medioambientales, aportando así a la transición a la sostenibilidad de la zona. Es por esta razón que algunos autores han hecho esfuerzos para determinar cuáles serían los mejores lugares para disponer los residuos sólidos urbanos y los RCD de manera adecuada (Chang *et al.*, 2008; Dosal *et al.*, 2012; González, 2015; Araiza, 2018; Araiza; 2019); sin embargo, hay poca literatura sobre los tiraderos clandestinos de cualquier tipo de residuo (Jordá *et al.*, 2014; Silvestri y Omri, 2008; Biotto *et al.*, 2009). En la bibliografía antes mencionada se ha echado mano de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis multicriterio para determinar las características ideales de un sitio de disposición final o para identificar los factores comunes en los tiraderos clandestinos. La información que se ha generado al respecto lleva necesariamente a la pregunta de qué hacer con los TCRCD ya existentes.

Dada la naturaleza de esta problemática, las ciencias de la sostenibilidad cobran importancia pues ellas se encargan de atender las interacciones entre la naturaleza y la sociedad desde un enfoque sistémico, enfatizando la multiplicidad de escalas que enmarcan cada problemática, así como el reconocimiento de la complejidad intrínseca de cada sistema, derivada tanto del contexto ambiental como del social (Kates et al., 2001).

Esa dinámica y diversidad de elementos se traduce en un sistema complejo, cuyas problemáticas son multiescalares y multifactoriales, por lo que la búsqueda de la sostenibilidad no puede realizarse con una única trayectoria lineal. A las problemáticas derivadas de esa complejidad se les considera problemas perversos, caracterizados por no tener soluciones sencillas, por presentar muchas interdependencias y multicausalidades, requerir de la participación de actores en todos los niveles, así como de un cambio de comportamiento de los causantes, entre otros (Briggs, 2007).

Tomando en cuenta la importancia del ANP-EXSGA para la provisión de SE a escala local y estatal, es indispensable buscar y propiciar que esta zona encuentre su trayectoria hacia la sostenibilidad. En el tema de los TCRCO, como en otras problemáticas de degradación ambiental, existe una gran multiplicidad de actores y factores tanto ecológicos, como sociales y políticos que se entrecruzan, por lo que es posible decir que no existe una única solución. Dicha transición es una tarea que requiere de la comprensión integral de esas interacciones. En ese sentido, esta investigación emplea las herramientas que brindan las ciencias de la sostenibilidad para ampliar el conocimiento existente sobre las características de este SSE y las interacciones que hay entre lo social y lo ecológico.

Así, las preguntas que rigen la presente investigación sobre el sistema socioecológico del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” son las siguientes:

- a) ¿Dónde se localizan los impactos de los TCRCO sobre los servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA y cómo se relacionan con los componentes ambientales y sociales del SSE?
- b) ¿Cómo disminuir el impacto de los TCRCO en el sitio y así favorecer la transición a la sostenibilidad en el ANP?

# Capítulo 2

## Objetivos e hipótesis

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. General

Proponer estrategias específicas para el Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco que permitan reducir el impacto de los tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición sobre los servicios ecosistémicos del sitio y así coadyuvar a su sostenibilidad.

#### 2.1.2. Particulares

1. Localizar y caracterizar los TCRCD en el ANP-EXSGA.
2. Describir el sistema socioecológico en términos de sus componentes: sistema de recursos (SR), unidades de recursos (UR), sistema de gobernanza (SG), actores (AC), el entorno social, económico y político (ESEP), así como su relación con los TCRCD.
3. Determinar cuáles y donde se localizan los mayores impactos de los TCRCD con base en un mapa de unidades del paisaje y polígonos de componente social sobre los servicios ecosistémicos de la zona.

### 2.2. Hipótesis

La identificación de zonas donde los tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición tienen los mayores impactos sobre el socioecosistema del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” permitirá generar estrategias específicas en torno al manejo de esos residuos (ubicación de sitios de disposición, reúso e involucramiento de actores).



# Capítulo 3

## Justificación

### 3.1. Problemática

El SC cubre el 59% del territorio de la CDMX (Graizbord y González-Granillo, 2018) y es de suma importancia porque los SE que brinda son vitales para el mantenimiento de la calidad de vida de los 9 millones de personas que habitan la CDMX (PAOT, 2016). Un ejemplo de ello es que, para el año 2003, el 71% del agua potable provenía de la infiltración en el SC. Otro punto importante es que el SC conserva el 12% de la biodiversidad del país y el 2% de la del mundo (PNUMA y CentroGeo, 2003).

Por su lado, el ANP-EXSGA forma parte del SC bajo la denominación de Zona Sujeta a Conservación Ecológica por lo que los TCRCD contravienen el objetivo de la ya mencionada ANP sobre conservar los recursos naturales del ecosistema y el paisaje cultural a través del manejo integral de los recursos naturales y la revalorización de las técnicas prehispánicas de producción (GDF, 2006). Esta ANP puede ser considerada un SSE dada la conjugación de diferentes procesos políticos y socioculturales y la existencia de una estrecha relación entre la humanidad y la naturaleza en términos de los beneficios que la primera obtiene de la segunda (Binder *et al.*, 2013), es decir, en función de los SE que esta puede proveer.

De acuerdo con algunos autores (Hanfman, 2012; Hidalgo, 2019), la presencia de tiraderos clandestinos es más común en zonas con accesos vehiculares, con bajas densidades poblacionales y con poca vigilancia, como las áreas rurales. En la CDMX las zonas que cumplen con esas características se encuentran típicamente en el SC y las ANP, ubicadas en las periferias de la ciudad. En contraposición con el objetivo de preservación de los recursos naturales del SC, en el año 2010 la PAOT reportó casi 170 TCRCD, 55% de los cuales se encontraban en el SC.

Adicionalmente, la PAOT en 2013 nombró la disposición de cascajo como factor de riesgo para la región de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, ubicado al interior del ANP-EXSGA; aunado a ello, desde hace años se han reportado tiraderos clandestinos de cascajo en la Alcaldía de Xochimilco (González, 2015; González, 2018a; González, 2018b; González, 2018c; Ventura, 2018), en otros tiempos conocida por formar parte del SC, poseer terrenos ejidales y por tener como actividad productiva la agricultura periurbana bajo el esquema de chinampa<sup>1</sup> (PAOT, 2016; GDF, 2006). Además, SEDEMA reportó en 2018 que el 77% de las denuncias por TCRCO en suelo de conservación se localizan en las alcaldías de Xochimilco y Tláhuac.

Por otro lado, es importante recordar que, debido a su origen lacustre, las características del suelo de la CDMX la hacen vulnerable ante la actividad sísmica. Si observamos en la figura 3.1 se puede apreciar que el ANP-EXSGA se encuentra en zona de muy alto riesgo sísmico. Prueba de ello es que, durante el sismo del 19 de septiembre de 2017, la Alcaldía de Xochimilco se encontró entre las más afectadas, especialmente dentro y en los alrededores del Barrio San Gregorio Atlapulco. En el momento de este evento de desastre sólo se reportó oficialmente un derrumbe, pero en los días subsiguientes se contabilizaron en la Alcaldía 2,185 inmuebles dañados (Instituto de Investigaciones Legislativas, s.f.), convirtiéndola en la más afectada de toda la CDMX en ese rubro. Aunado a ello, se abrió una grieta de cerca de 100 metros a lo largo de la carretera Xochimilco-Tulyehualco, lo que también afectó el acceso al agua y a la zona de desastre.

De lo anterior se debe resaltar que las construcciones en la zona son primordialmente derivadas de procesos de autoconstrucción en los que no se cuenta ni con materiales apropiados ni con asesoría técnica. En la figura 3.1 Se pueden observar en puntos blancos los numerosos proyectos de reconstrucción de viviendas unifamiliares que circundan el ANP-EXSGA y al Pueblo de San Gregorio Atlapulco. A su vez, el deterioro del sistema lacustre de Xochimilco y del agrosistema chinampero provocados por la urbanización, el cambio de uso de suelo y el riego aguas residuales, han provocado el relleno de la zona chinampera con cascajo, lo que imposibilita toda oportunidad de recuperar y reactivar ese sector (PAOT, 2008), dando paso a una segura pérdida de las funciones ecosistémicas remanente en el sitio.

---

<sup>1</sup> La chinampa es un sistema agrícola que se implementó entre el siglo XV y XVII (UNESCO, 2007), que consiste en una isla artificial larga y angosta construidas en las orillas de humedales a partir de amarres de caña y lodo (Rojas-Rabiela, 1983; Imaz ,2014).

Como se ilustra en las líneas previas, es muy probable que en la zona se produzcan altas cantidades de RCD derivadas de los eventos sísmicos de la CDMX, en primer lugar, por el colapso de las estructuras de los edificios, en segundo, debido a la demolición para la reconstrucción y, en tercero, derivados de las actividades clandestinas de depósito de RCD provenientes de otras zonas de la ciudad.

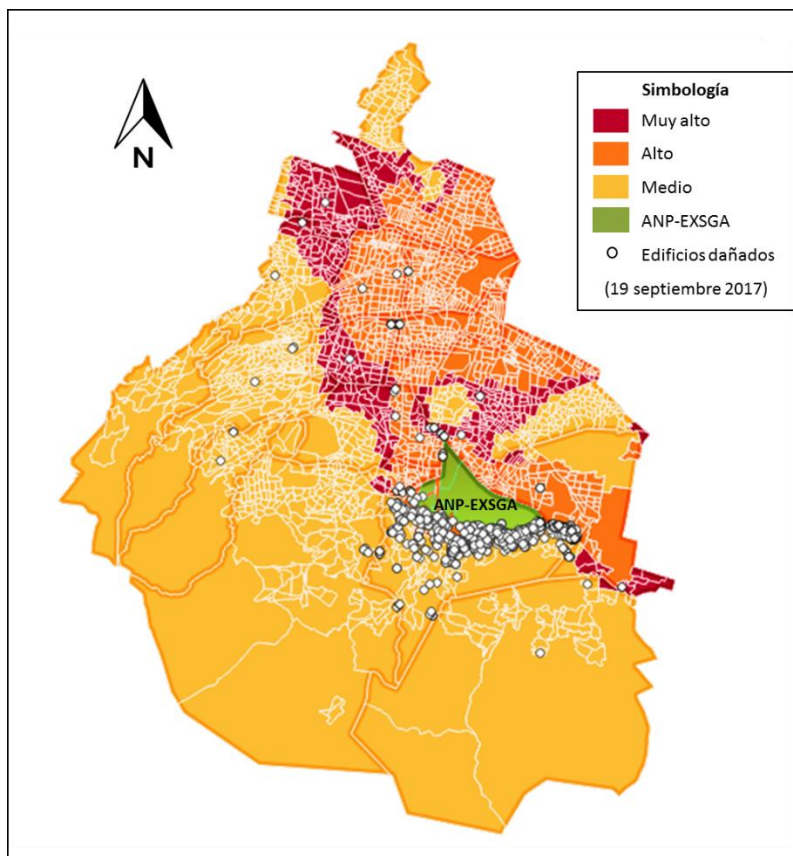


Figura 3.1 Zonificación de riesgo sísmico en la Ciudad de México. Los puntos blancos indican los inmuebles dañados y a la espera de reconstrucción después del sismo del 19 de septiembre de 2017.

Fuente: elaboración propia con datos de GCDMX (2019)

Cabe mencionar que en el Suelo de Conservación (SC), en sitios como las ANP urbanas existe un marco legislativo y tenencias de la tierra particulares, así como personas que son usuarios, habitantes o propietarios –que no siempre tienen un arraigo cultural y/o social con el territorio y que no necesariamente se involucran en las decisiones– e investigaciones académicas que no han tenido suficiente incidencia para involucrar a los gobiernos y otros actores para optar por la conservación.

Asimismo, los sistemas de vigilancia y monitoreo ambiental de la CDMX han probado ser ineficientes –cuando no inexistentes–, lo que provoca que las instituciones y autoridades competentes cuentan con herramientas de intervención limitadas para administrar, vigilar, sancionar y educar sobre esta materia.

Los TCRCO en el ANP-EXSGA cobran mayor importancia porque, en muchos casos, el uso de la tierra representa los medios de vida de los habitantes a través del turismo, el comercio o la producción agropecuaria. La pérdida de SE relacionados con el suelo, derivados de los TCRCO en la zona tiene implicaciones tanto a nivel ambiental como a nivel social (incluyendo lo económico): en el primero están la disminución de la cobertura vegetal, el intercambio de gases, la infiltración de agua o la retención de carbono. A nivel social se observa la disminución de la calidad del agua, suelo y aire, la pérdida de espacios para la agricultura y escenarios paisajísticos de interés turístico o el aumento de riesgo a inundaciones, la pérdida de espacios para ejercer los usos y costumbres y, en última instancia, el riesgo de padecer enfermedades (figura 3.2). Sin embargo, pocos de estos fenómenos se encuentran solamente en el espacio de lo ambiental, lo económico, lo político o lo social: generalmente la misma causa puede desencadenar múltiples y variados efectos en una, dos o todas las anteriores. De ahí la complejidad de los impactos derivados de la pérdida de SE, que, en este caso, se dan principalmente en el ámbito de los SE de regulación y provisión, de los que se hablará más adelante.

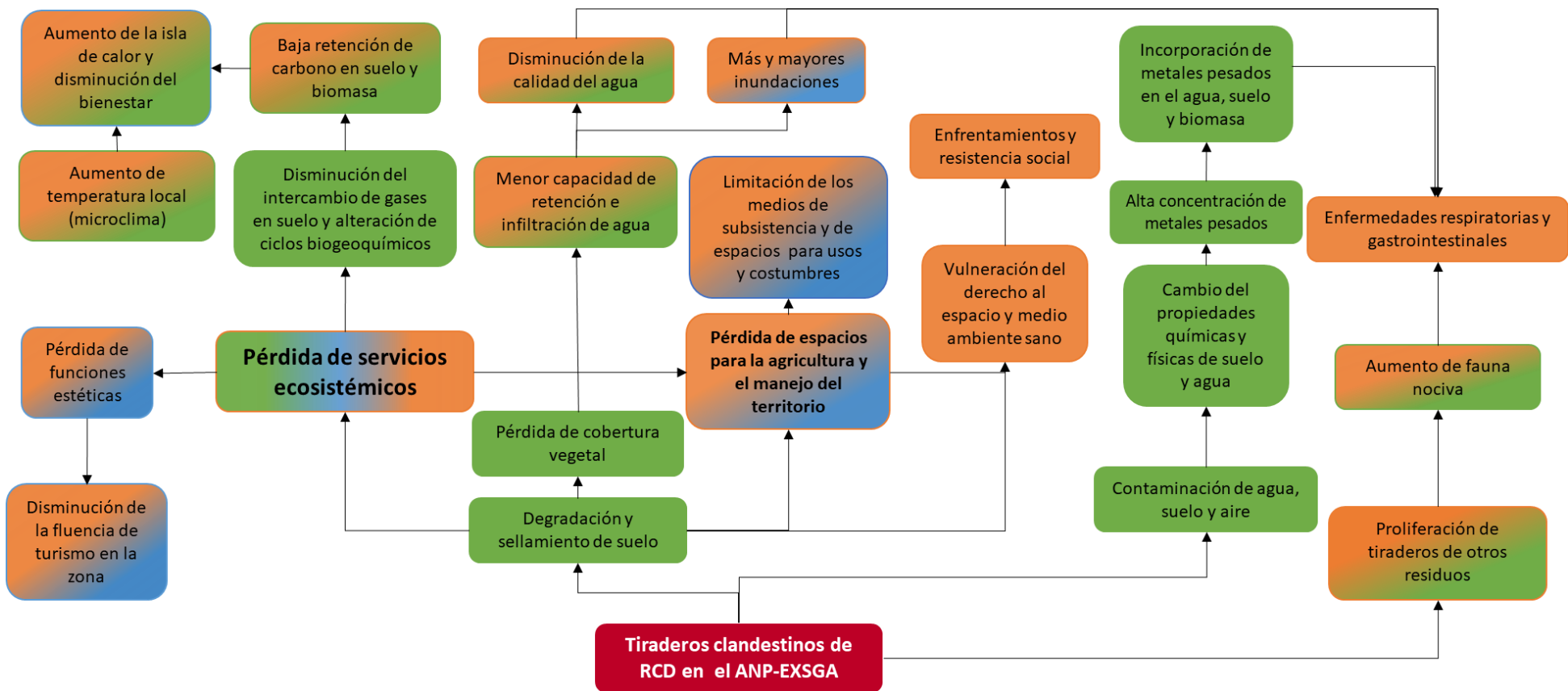


Figura 3.2. Árbol de problemas relacionados con los TCRCD en el ANP-EXSG. En verde los efectos ambientales, en anaranjado los sociales y en azul los económicos.

Fuente: elaboración propia

## **3.2. Relevancia**

### **3.2.1. Patrimonio cultural y ecológico**

De acuerdo con Clauzel (2011) el legado ecológico de Xochimilco se conjuga con el patrimonio, el turismo y la agricultura. Así, Xochimilco es reconocido históricamente como un pueblo agrícola que alberga el sistema de chinampas remanentes más grande del Valle de México. Este sistema agrícola enfrenta el aumento de la densidad poblacional y la urbanización, especialmente al interior y en los alrededores del ANP-EXSGA; como consecuencia, a causa del cambio de uso de suelo, desde 1982 y hasta el 2004, se había perdido el 50% de cobertura de la agricultura tradicional (Clauzel, 2011).

No obstante, desde la época prehispánica este sistema lacustre ha provisto varios servicios ecosistémicos, como el abastecimiento de agua superficial y el nacimiento de manantiales que alimentaban la zona sur y occidental de la cuenca de México, infiltración y captación de agua de lluvia, regulación del clima, captura de dióxido de carbono, hábitat de especies y producción de alimentos (Canabal *et al.*, 1992; Pérez, 2012). Con lo anterior se confirma la importancia de la multiplicidad de factores tanto ambientales como culturales y sociales. Al mismo tiempo, es una de las entidades con mayor número de asentamientos humanos irregulares (AHI) debido a que sus condiciones topográficas son favorables para la expansión urbana y para la dispersión de la población, lo que acentúa las diferencias en la calidad y distribución de servicios públicos y de vivienda (Gress, s.f.), aunado a ello, hay un historial de hundimientos y degradación ambiental en la zona (GPPA, 2015).

La alcaldía de Xochimilco tiene un alto porcentaje de superficie sujeta al estatus de SC y sus propiedades biofísicas y culturales alcanzan relevancia nacional e internacional (figura 3.3), por lo que desde el año 1987 la región de Xochimilco se nombró Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO (Clauzel, 2009), teniendo como objetivo devolver esos espacios al ojo público nacional y local, de manera que cobraran relevancia social, política y económica, para así incentivar la conservación ambiental del sitio (UNESCO, 2006).

Los criterios con los que cumple el ANP-EXSGA para ser parte de la UNESCO son: ii) el intercambio de valores humanos dentro de un área cultural y el diseño de paisaje; iii) contener un testimonio excepcional de tradiciones culturales o civilizaciones vivas o en vías de desaparecer; iv) ejemplo único de elementos o conjunto de elementos tecnológicos o del paisaje que ilustren un momento significativo en la historia humana y v) ejemplo significativo de un asentamiento humano tradicional y uso de suelo que sea representativo de la cultura, donde se

resalte la interacción con el ambiente, especialmente si esta se ha vuelto vulnerable o está bajo un impacto irreversible ante el cambio.

Posteriormente, en 1992, los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco se decretaron como ANP bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), con 2,522 Ha (INEGI, 2017). Asimismo, en 2004 el Sistema lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco fue designado como sitio RAMSAR, debido a su importancia como proveedor de funciones y servicios ecosistémicos, entre ellos la conservación de biodiversidad (INEGI, 2017).

Por el lado económico, en específico en Xochimilco y el ANP-EXSGA, el costo del agroecosistema ligado a los humedales remantes (chinampas) se encuentra entre \$15.6 y \$31.5 millones de dólares/ha/año (Aguilar *et al.*, 2013). Almonacid (2018) estimó el valor económico de los SE específicamente del ANP-EXSGA, de acuerdo con la zonificación oficial, dando como resultado que, para las 1722 ha de la superficie dedicada a la agricultura, el valor asciende a \$2,384.6-\$11,683 dólares/ha; mientras que la captura de carbono se da principalmente en 357 ha, con un valor estimado de \$6.3 dólares/ha, considerando una capacidad de retención de carbono de 125 Mg/ha (Vela *et al.*, 2012). Mientras que los SE culturales como la observación de aves (357 ha) y el turismo (540 ha), se valoraron en \$3000-\$7000 y \$755.18-2142.34 dólares/ha, respectivamente. Estas valuaciones de los SE de la zona muestran con claridad que la conservación del ANP alcanza, además de una relevancia ambiental, un importante valor social y económico.

En el mismo tenor y de acuerdo con de la Mora (2019) la conservación de los SE de las ANP periurbanas pueden coadyuvar a su revalorización social y política, en sintonización con la planeación urbana y otro tipo de políticas públicas que se relacionan, en este caso, con el sector agropecuario y de vivienda, con lo que podría garantizarse la sostenibilidad de esos espacios. En ese sentido, la importancia de la preservación de la funcionalidad de los suelos y de los SE que proveen es fundamental para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible<sup>2</sup> (Keesstra *et al.*, 2016). En ese sentido, es fundamental evitar y revertir, en medida de lo posible, la pérdida de superficies de suelo que conlleva la disminución de SE propios del sistema lacustre del ANP-EXSGA, listados con anterioridad.

---

<sup>2</sup> También conocidos como ODS, conforman la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que fue firmada en 2015 por 193 países miembros de las Naciones Unidas (CEPAL, s.f.) y que funciona de guía para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030 (PNUD, s.f.)

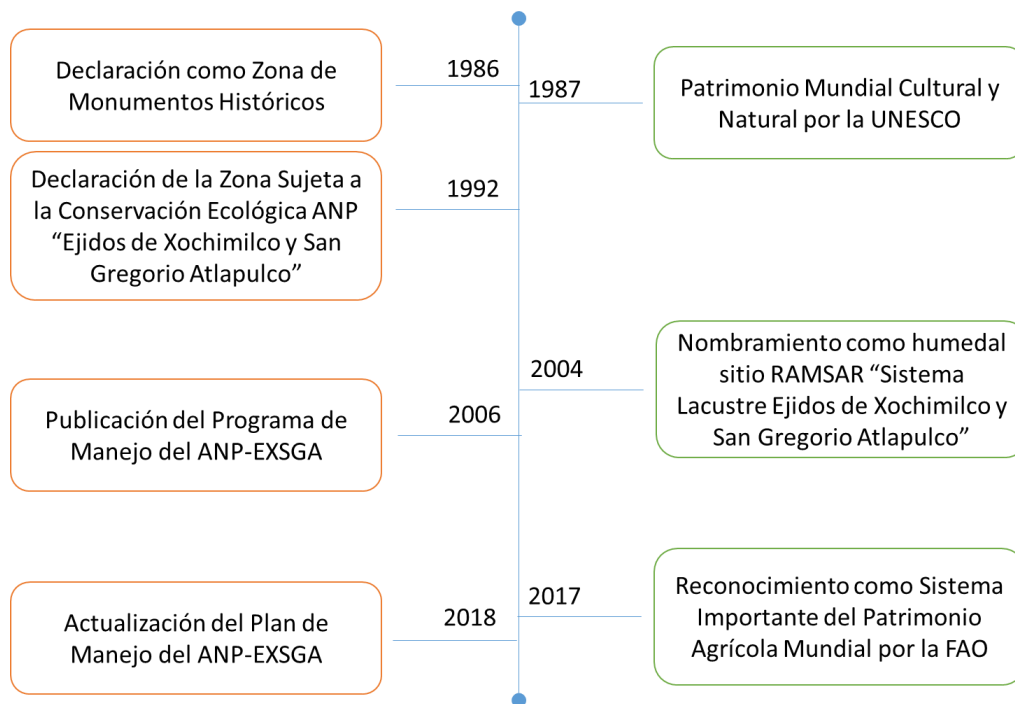


Figura 3.3. Nombramientos y decretos nacionales (izquierda) e internacionales (derecha) importantes en la zona, por orden cronológico.

Elaboración propia con datos de GOCDMX (2018)

### Alcances y limitaciones

De la investigación bibliográfica realizada se destaca una carencia de información sobre el ANP-EXSGA, en particular con relación al manejo de los RCD. Esto abre una ventana de oportunidad para el estudio de los TCRCD en el ANP-EXSGA a partir del uso de diferentes métodos geoespaciales para la identificación de impactos y probabilidades de ocurrencia, así como para identificar a los actores involucrados y así plantear vías para la sostenibilidad. En este caso, la aproximación ecosistémica es válida para analizar los factores que llevan a la proliferación de TCRCD en algún SSE de importancia urbana, como las ANP o en general el SC de la CDMX. Además, el método para la determinación del impacto potencial de estos tiraderos sobre los SE es replicable bajo los contextos particulares de cada SSE.

Un mapa de impactos potenciales de ocurrencia de TCRCD es una herramienta poderosa para el diseño de políticas de vigilancia y monitoreo, especialmente en una zona bien delimitada como lo es el ANP-EXSGA. Conocer los factores sociales o económicos que se relacionan con la proliferación de TCRCD en una cierta área no necesariamente permite cambiar esas condiciones, pero su comprensión abona a la construcción de otras formas de solucionar los problemas que traen consigo, para poder fortalecer los lazos



entre actores sociales, públicos y privados con miras a mitigar sus impactos sobre los SE y mantener el bienestar de las personas.

Es importante notar que no es posible delimitar todos los aspectos que influyen en la proliferación de TCRCD porque ello requeriría una investigación más profunda y la utilización de otras herramientas, como los modelos o el monitoreo, en especial para evitar la sub o sobreestimación de las variables cualitativas y cuantitativas seleccionadas.

Así, esta investigación pretende mostrar los impactos de los TCRCD para delimitar estrategias específicas para esta ANP, con el fin de permitir a los habitantes y usuarios del ANP-EXSGA el mantenimiento de los SE del sitio y una subsecuente transición a la sostenibilidad.

# Capítulo 4

## Marco teórico

### 4.1 Sistemas socioecológicos

Los marcos conceptuales se utilizan para identificar elementos universales en el análisis de fenómenos específicos, estos elementos se combinan o interactúan entre ellos de maneras distintas y son entendidos desde diferentes perspectivas (McGinnis y Ostrom, 2014). Por ejemplo, Challenger y colaboradores (2014) refieren el concepto de sistema socioecológico (SSE) como un marco útil en la investigación interdisciplinaria para entender las relaciones entre los sistemas naturales y sociales como un modelo para su gestión y manejo.

En origen, el SSE de Elinor Ostrom apelaba al manejo colectivo de los bienes o recursos de uso común (Ostrom, 1999; Ostrom, 2009; Ostrom, 2010; Merino, 2014), sin embargo, muchos SSE también generan bienes y servicios como los servicios ecosistémicos (SE) (McGinnis y Ostrom, 2014). En ese sentido, el marco conceptual de los SSE permite entender los procesos simultáneos y secuenciales de uso, mantenimiento, regeneración o destrucción de los recursos naturales (McGinnis y Ostrom, 2014), mientras que permite identificar los factores que pueden modificar políticas públicas específicas y su incidencia para mejorar la sostenibilidad de un tipo particular y escala de recurso (Ostrom, 2009).

Los componentes de un SSE están inscritos en y conformados por factores externos de índole social, económica y política (ESEP), que incorpora las características de una población y que influyen en su tipo de relación con un ecosistema (ECO). Los cuatro subsistemas o componentes de primer nivel de un SSE tienen dos dimensiones: una ambiental o ecológica en la que están el sistema de recursos (SR), es decir, el sistema que produce bienes o servicios y las unidades de recurso (UR), la materia prima o el bien o servicio proveniente de ese sistema. La segunda dimensión es social e incluye a los actores (A) directos o indirectos que se disfrutan o hacen uso del SR y los sistemas de gobernanza (SG), es decir, el entramado de relaciones, reglas, acuerdos e instituciones –tanto formales como informales– que existen y regulan esos sistemas. Cada una de las interacciones (I) entre componentes se da a través de la incorporación de entradas de

recursos y bajo esquemas de reglas establecidas que, en conjunto, arrojan resultados (R) concretos que vuelven a modificar relaciones con los recursos y la forma de actuar de los actores.

A su vez, cada uno de los componentes del SSE tiene asociadas algunas variables que lo describen (tabla 1). Estas variables son un medio para comprender cada una de las partes de, por ejemplo, el entorno social, económico y político o el sistema de recursos. Estas variables se componen de elementos o indicadores. Esto se retomará más adelante para aplicarse al caso del ANP-EXSGA en el capítulo de métodos.

Las interacciones y configuraciones socioambientales de las ANP urbanas las hace ejemplos de SSE. En el caso particular del ANP-EXSGA (figura 4.1) los componentes ambientales (en verde) son el sistema de recursos (SR), en este caso, el humedal, y las unidades del recurso (UR), los SE del ANP-EXSGA; en segundo lugar, los componentes sociales (en azul) son los actores (A) y el sistema de gobernanza (SG), es decir, el contexto legal del ANP-EXSGA.

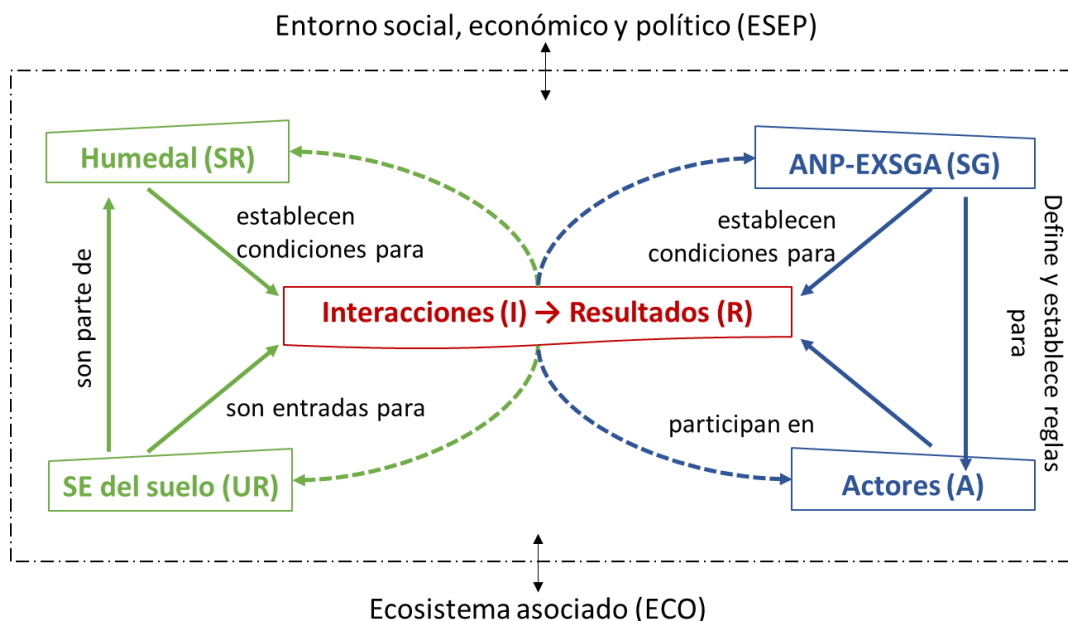


Figura 4.1. Componentes del SSE del ANP-EXSGA. Las flechas punteadas indican relaciones de retroalimentación, mientras que las sólidas son relaciones directas. Adaptado de McGinnis y Ostrom (2014)

Tabla 4.1. Componentes de un SSE. Modificado de McGinnis y Ostrom (2014)

<b>Entorno social, económico y político (ESEP)</b>		<b>Ecosistema asociado (ECO)</b>	
ESEP1	Desarrollo económico	ECO1	Patrones climáticos
ESEP2	Tendencias demográficas	ECO2	Patrones de contaminación
ESEP3	Estabilidad política	ECO3	Flujos dentro y fuera del SSE
ESEP4	Otros sistemas de gobernanza		
ESEP5	Actividades económicas		
ESEP6	Medios de comunicación		
ESEP7	Tecnología		
<b>Sistema de recursos (SR)</b>		<b>Unidades de recursos (UR)</b>	
SR1	Sector (ej. humedal, bosque, pastizal)	UR1	Movilidad de las UR
SR2	Claridad de los límites del sistema	UR2	Tasa de crecimiento o reemplazo
SR3	Tamaño del SR	UR3	Interacción entre UR
SR4	Infraestructura construida	UR4	Valor económico
SR5	Productividad del sistema	UR5	Número de unidades
SR6	Propiedades de equilibrio	UR6	Características distintivas
SR7	Predictibilidad de la dinámica del sistema	UR7	Distribución espacial y temporal
SR8	Características de almacenamiento		
SR9	Ubicación		
<b>Sistema de gobernanza (SG)</b>		<b>Actores (A)</b>	
SG1	Organizaciones de gobierno	A1	Número de actores
SG2	Organizaciones no gubernamentales	A2	Atributos socioeconómicos
SG3	Estructura de la red	A3	Historia o experiencia de apropiación
SG4	Sistemas de propiedad (regímenes/derechos)	A4	Ubicación
SG5	Reglas de elección operativa	A5	Liderazgo/agencia
SG6	Reglas de elección colectiva	A6	Normas de confianza y reciprocidad/capital social
SG7	Reglas constitucionales	A7	Conocimiento del SSE/modelos mentales
SG8	Reglas de monitoreo y sanción	A8	Dependencia de los recursos
		A9	Tecnología disponible
<b>Interacciones (I)</b>		<b>Resultados (R )</b>	
I1	Cosecha	R1	Medidas de desempeño social
I2	Intercambio de información	R2	Medidas de desempeño ecológico
I3	Procesos de deliberación	R3	Externalidades hacia otros SSE
I4	Conflictos		
I5	Actividades de inversión		
I6	Actividades de cabildeo		
I7	Actividades de autoorganización		
I8	Actividades en redes		
I9	Actividades de monitoreo		
I10	Actividades de evaluación		

Lo anterior coincide con la conceptualización de las interacciones entre los sistemas sociales (S) y ecológicos (E) propuestos por Binder y colaboradores (2013) en la que se retrata este marco con una interacción  $S \leftrightarrow E$  en la que la reciprocidad entre ambos existe, a la vez que se identifican procesos de retroalimentación y aprendizaje como respuesta a los cambios del sistema ecológico. Debido a la importante vinculación entre sociedad y naturaleza, la única opción a largo plazo es procurar la sostenibilidad del SES como un todo (Gallopín, 2003). El marco de los SSE permite precisar los factores que modifican y se retroalimentan en el sistema para entender sus relaciones causales (McGinnis y Ostrom, 2014).

Como se mencionó antes, los SSE surgen a partir de la idea de manejar los bienes comunes, los recursos compartidos o de uso común, es por ello, que el SG es muy importante. De la gobernanza se desprenderán las distintas perspectivas para establecer los usos de esos recursos inmersos en un territorio. En ese sentido, la gobernanza se refiere a la implementación, formación y aplicación de los procesos de decisión que llevan al manejo de los SSE (Delgado y Ramos, 2015). El esquema de gobernanza moderna implica el establecimiento de redes que permitan la construcción de procesos para la toma de decisiones en escalas diversas con la participación de actores de los sectores públicos, privados y sociales para lograr una mejor gestión del territorio y los recursos naturales (de la Mora, 2017).

#### **4.2 Servicios ecosistémicos**

El marco conceptual de los servicios ecosistémicos (SE) analiza las interacciones entre los componentes bióticos (como la flora y fauna y sus interacciones ecológicas) y abióticos (las condiciones climáticas, geológicas, etc.) de un ecosistema para relacionarlas con los bienes y servicios que provee para mantener la vida, considerando que el sistema social puede modificar los SE provistos por el sistema ecológico ( $S \rightarrow E$ ). Esto toma en cuenta que estas interacciones son dinámicas y complejas, lo que permite que el marco de los SE pueda ser aplicado a cualquier escala (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997; de Groot *et al.*, 2002; Binder *et al.*, 2013). Esto pone de manifiesto la complementariedad entre el enfoque de los SSE y los SE. A su vez, el concepto de SE, se reconoce como un tópico de frontera en las Ciencias de las Sostenibilidad porque se retroalimenta de las relaciones entre la ciencia, la acción social y el quehacer político (de Sartre *et al.*, 2014, en de la Mora, 2019)

Los SE son el conjunto de condiciones y procesos a través de los que las especies y los ecosistemas mantienen la vida humana, a través de beneficios para las sociedades, que incluyen

productos y servicios como comida, forraje, madera, combustible, fibras, farmacéuticos y materias primas, así como la regulación de otros fenómenos como la polinización, las inundaciones y todos los valores estéticos y culturales que genera el disfrute de la naturaleza que en suma permiten sostener la vida (Daily *et al.*, 1997; MEA, 2003; Reyers *et al.*, 2012). Al respecto, el Millennium Ecosystem Assessment (2003) reconoce cuatro categorías que, si bien se superponen, son operacionalmente convenientes, esta clasificación es la que se estará utilizando en el presente escrito (figura 4.2): servicios de provisión, de regulación, culturales y de soporte.



Figura 4.2. Clasificación y ejemplos de servicios ecosistémicos en términos de sus beneficios.

Fuente: Modificado de Millennium Ecosystem Assessment (2003)

Para entenderlos mejor, es posible decir que los SE son los beneficios directos e indirectos que tiene el capital natural para esferas tan amplias como la economía y el bienestar humano (Wu *et al.*, 2010). En ese tenor, los efectos directos pueden ser claros, como la relación de las condiciones de un humedal con la calidad del agua que infiltra y luego se recupera para su consumo; sin embargo, los indirectos resultan de atravesar una red más amplia de causas que van desde lo social hasta lo político, que, por supuesto, requieren de más tiempo para observar sus efectos, como las tensiones políticas, el detrimento de los ingresos y de actividades económicas, seguridad alimentaria, vulnerabilidad ante enfermedades, entre otras (MEA, 2003). Por otra parte, los suelos y su biodiversidad son críticos y fundamentales para la provisión de los servicios de soporte, así como de los servicios de regulación, aprovisionamiento y culturales que de ellos se desprenden (Hedlund y Harris, 2013). Aunque en teoría es sencillo de delimitar, el

concepto de SE es complejo por sí mismo y, por lo tanto, no es sencillo dar una definición operacional y medible de las estrategias que se utilizan para lograr los objetivos para su preservación (Reyers *et al.*, 2012).

El ANP-EXSGA es una gran proveedora de SE, como la recarga de acuíferos, filtración y retención de agua, es decir, la regulación de agua local y regional, el mantenimiento de la biodiversidad y la provisión de alimentos, (Merlín *et al.*, 2013; Cram *et al.*, 2008; Aranda, 2004), la captura de carbono (SMA, 2007; Cram *et al.*, 2008), el control de la erosión, retención de contaminantes, regulación de enfermedades y plagas, así como servicios culturales (Cram *et al.*, 2008). Esto se ilustra a continuación (tabla 4.2):

Tabla 4.2. Servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA.

Tipo	SE
Soporte	Formación de suelo
	Ciclos biogeoquímicos
	Biodiversidad
Provisión	Provisión de alimentos
	Provisión de agua
Regulación	Retención de contaminantes
	Regulación de plagas
	Captura de carbono
	Infiltración
	Control de inundaciones
	Regulación del microclima
Culturales	Turismo
	Actividades agroecológicas/comercio
	Patrimonio cultural

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 El suelo

### 4.3.1 Servicios ecosistémicos

Los suelos mantienen y soportan a las sociedades contemporáneas y lo seguirán haciendo en el futuro. Es por ello que desde esa perspectiva, el suelo es fundamental para la prevalencia de la civilización como la conocemos (Ritz y van der Putten, 2013). Esto ocurre porque los retos socioambientales actuales como la sostenibilidad alimentaria, la pérdida de biodiversidad, la desertificación y la pobreza necesariamente son atravesadas por el tema de los suelos (Cotler y

Cuevas, 2017). Es preciso comprender que los suelos son el soporte de todos los ecosistemas terrestres, el sitio donde se producen los alimentos, las fibras, maderas y materiales, los secuestradores de carbono, los filtros del agua, los desintoxicantes del agua y la atmósfera y el hábitat y reservorio de la biodiversidad del planeta (Blum *et al.*, 2006). Pese a ello, los suelos están sujetos a presiones derivadas de las actividades agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización, lo que urge a replantear su uso y aprovechamiento para mantener sus funciones (Anglés, Rovalo y Tejado, 2021).

Diversos autores (FAO, 2015; *European Commission*, 2010; Wall *et al.*, 2012; Cram *et al.*, 2008) han remarcado el importante rol del suelo como principal proveedor de SE, siendo el *Millenium Ecosystem Assessment* (2005) el de mayor alcance a nivel internacional; sin embargo, estos SE no siempre son reconocidos (Dominati *et al.*, 2010). Es importante mencionar que uno de los principales factores para la pérdida de SE es el cambio de uso de suelo (Foley *et al.* 2005; Sutton *et al.*, 2016).

Entre los SE se encuentran los siguientes (*European Commission*, 2010; FAO, 2015; Dominati *et al.*, 2010):

#### Servicios de soporte

- Formación de suelo.

#### Servicios de provisión

- Suministro de nutrimentos para la asegurar el crecimiento y soporte de vegetación.
- Abastecimiento de alimentos (producción agrícola y ganadera), fibra, combustibles y recursos farmacéuticos.
- Hábitat de especies micro, meso y macrofauna.
- Soporte estructural para vías de comunicación, infraestructura y edificaciones.
- Provisión de materias primas como arcilla, grava o mantillo.

#### Servicios de regulación

- Filtro y reserva de agua, además del ciclo hidrológico y la regulación de inundaciones.
- Filtro, transformador y amortiguador de sustancias.
- Regulación de ciclos biogeoquímicos (ciclos de nutrientes) y sumidero de carbono.
- Regulación del clima y microclima por efecto del ciclo de carbono y nitrógeno, así como el control de la temperatura.
- Control de plagas.
- Conservación de la biodiversidad y poza génica.



## Servicios culturales y estéticos

- Reservorio del patrimonio arqueológico y cultural.
- Interacciones simbólicas y espirituales.

### 4.3.2 Calidad y degradación de suelo

La calidad puede definirse como la capacidad que tiene el suelo de funcionar dentro (y a veces fuera) de sus límites ecológicos para sostener la productividad biológica y la diversidad, para mantener la calidad ambiental del aire y del agua y para promover la salud de plantas, animales y humanos (Brady y Weil, 2002); en pocas palabras, de la calidad y cantidad de SE que es capaz de proveer. La calidad del suelo depende generalmente de su uso y su capacidad para mantener un uso o función específica (White, 2006) dentro de ecosistemas naturales o SSE. La visión de la calidad del suelo, como la de los SE, es profundamente antropocéntrica, es por ello que también existe el concepto de *salud del suelo*, que implica la capacidad del suelo de funcionar de manera sostenida como un sistema vital viviente dentro de un ecosistema y sostener la productividad biológica, mantener la calidad del aire y del agua, mantener la salud de las plantas y del ser humano (Pankhurst *et al.*, 1997).

La degradación de suelo puede interpretarse como la disminución de la calidad del suelo, siendo las sociedades y las malas prácticas los principales detonadores (Ellis y Mellor, 1996; Blum *et al.*, 2006). La FAO (2015) la define como el resultado de procesos químicos, físicos y biológicos que dejan al suelo sin su capacidad actual o potencial para producir bienes y servicios, mientras que, en última instancia, se habla de una incapacidad del suelo para sostener la vida.

En general, la degradación se refiere a los cambios negativos en el balance de nutrientes, de materia orgánica, de estabilidad de agregados y las concentraciones de electrolitos y sustancias tóxicas que llevan a la disminución de productividad. La degradación o destrucción de suelos incluye a la erosión (en muchos casos por la industria de la construcción), la contaminación difusa, la pérdida de materia orgánica, los hundimientos, la compactación, el sellamiento, inundaciones y déficit de agua, acidificación, sodificación, salinización, acumulación de químicos agrícolas y residuos urbanos o industriales (Blum *et al.*, 2006; Keestra *et al.*, 2018). En cuanto a los residuos que se vierten en los suelos existen cuatro fuentes importantes: residuos de construcción y demolición, materiales metálicos, emisiones de generadores de poder y desechos orgánicos y químicos (Ellis y Mellor, 1996).

#### 4.4 Impacto ambiental

Según la Ley Ambiental de Protección a la Tierra (LAPTFD, 2017) se puede entender el impacto ambiental como la “modificación del ambiente, ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza”, aunque en general se le otorga la denotación de perjudicial (Perevochtchikova, 2013). Garmendia *et al.* (2005) señalan que se trata de un “efecto ambiental notable o significativo”, que bien puede ser un cambio en la calidad del ambiente o, a saber, en la calidad del suelo. Estos impactos positivos o negativos sobre el territorio suelen ser ocasionados por las actividades humanas, en ese sentido, los impactos, para que sean ambientales, tienen que modificar el tipo o la cantidad de propiedades bióticas y abióticas de un sitio particular; por lo que, entonces, debe considerarse la escala a la que se tratarán dichos impactos (Garmendia *et al.*, 2005). Sin embargo, se entiende que el impacto ambiental implica específicamente aquellos que son adversos para los ecosistemas, el clima y/o la sociedad (Perevochtchikova, 2013). Los orígenes de los impactos se derivan de actividades humanas a realizarse en el futuro o que ya se han hecho, por ejemplo, proyectos, planes, programas, legislación, obras, entre otros (Lawrence, 2003), o por actividades concretas como la sobreexplotación de recursos, la emisión de contaminantes, el cambio de uso de suelo o la disposición inadecuada de residuos (Perevochtchikova, 2013).

Los impactos pueden clasificarse como potenciales (cuando se prevé su ocurrencia) o reales (cuando ya están ocurriendo) y estos, a su vez, se pueden dividir en directos e indirectos según el efecto secundario de algunos, individuales o acumulativos, así como por su probabilidad de ocurrir (Lawrence, 2003). La elección de los impactos a analizar dependerá de la escala que se elija, de la magnitud de los proyectos y de los involucrados.

Según Maceiras (2010), cuando se trata del reconocimiento de los impactos se deben considerar los efectos sobre “la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas del área previsiblemente afectada.”, sin mencionar su incidencia en el patrimonio histórico. Esto es que se busca identificar, valorar y entender los impactos sobre los factores físicos, químicos, biológicos, ecológicos, de salud pública, culturales, sociales y económicos y sus interrelaciones, mediante procedimientos cualitativos y cuantitativos (Lawrence, 2003; Maceiras, 2010).



Cram y colaboradores (2008) registraron que en la CDMX 713 km<sup>2</sup> de la superficie del territorio se encuentra sellado, lo que equivale a un 47% del total del territorio de la CDMX (figura 5.1). El porcentaje que no se encuentra sellado, es decir, con algún grado de urbanización, se encuentra predominantemente dentro del SC.

A su vez, el SC de la CDMX tiene una gran importancia ambiental, económica y política, porque garantiza la sostenibilidad y el desarrollo de la CDMX para las siguientes generaciones (Gress, s.f.; Saavedra *et al.*, 2011; SEDEMA, 2016). Su importancia radica en la prestación de SE (figura 5.2) de los que depende el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y el desarrollo económico (SEDEMA, 2016).

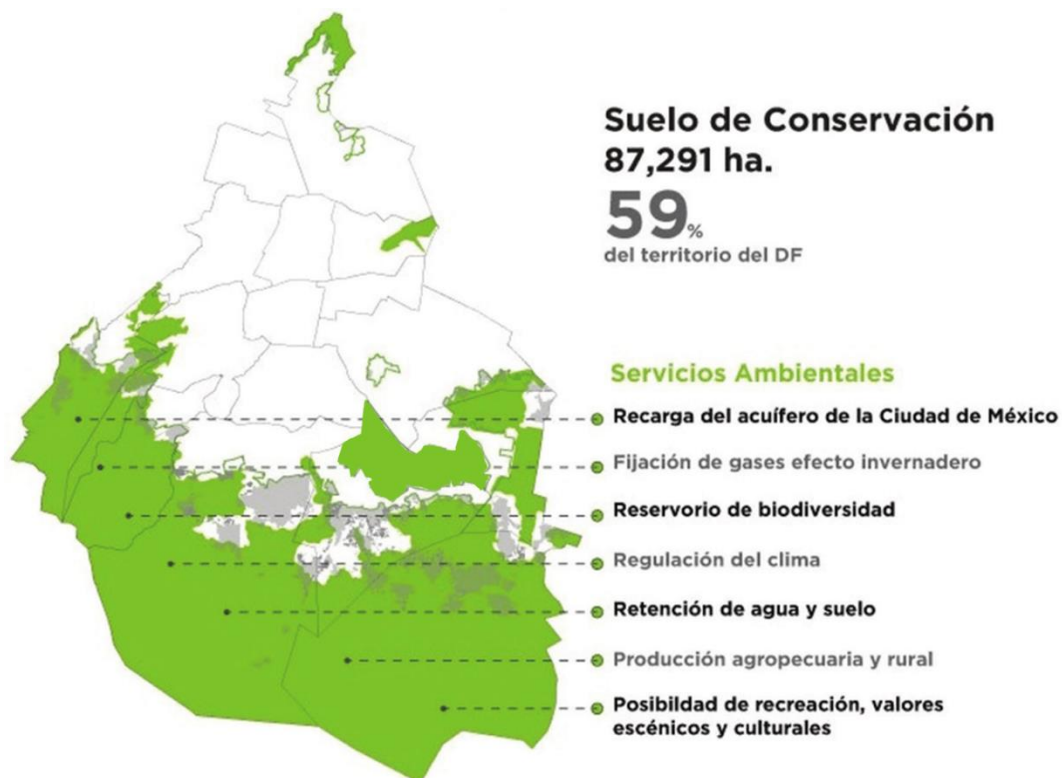


Figura 5.2. Servicios ecosistémicos principales del SC de la CDMX.  
Tomado de Graizbord y González (2018)

Esos SE abarcan escalas distintas, desde lo local hasta lo regional. A escala local el SC se destaca por el aprovechamiento agropecuario, forestal y turístico. Algunos de los SE más destacables del SC son la captación y provisión de agua y oxígeno, captura de carbono, control

de los niveles de contaminación, regulación de la calidad del aire, reserva de biodiversidad, regulación del clima, retención de agua y suelo, la producción agropecuaria y la recreación, (SEDEMA, 2016; Gress, s.f.). Sin embargo, de acuerdo con de la Mora (2019) muchas de las ANP presentan problemas debido a la invasión, los tiraderos de basura y desechos, así como el crecimiento urbano y habitacional, propiciado tanto por habitantes como por autoridades.

En general en el SC los beneficios provistos por los SE no son solamente ambientales o directamente sociales, también son económicos. Esto es porque sustituir los SE de manera técnica representaría un costo impensable para las sociedades y porque muchos de ellos representan los medios de obtención de ingresos para la población. Por ejemplo, de acuerdo con Torres y Rodríguez (2006), la capacidad de infiltración del SC asciende a \$0.15-0.19 dólares por m<sup>2</sup> (actualmente equivaldría a \$3.19-4.03 pesos) considerando una capacidad de infiltración de entre 2 y 2.5 millones de litros de agua de lluvia; una técnica de reemplazo para este SE en el primer año tendría un costo de \$23 a 26.7 millones de pesos (Mata, 2018), lo equivalente a entre 1.13 y 1.31 millones de dólares, con el tipo de cambio en el año 2020. En el sector agropecuario se emplean a cerca de 16,000 personas, lo que, en 2012 representó ganancias por hasta \$100 millones de dólares (o más de \$2000 millones de pesos) (FAO, 2015). Debido a lo anterior, en los últimos años se han presentado diversos programas que pretenden proteger los SE de la tierra antes de tener que sustituirlas, por medio de compensaciones económicas (i.e. Pago por Servicios Ambientales) (Perevochitkova *et al.*, 2015).

Dentro del SC existen 24 Áreas Naturales Protegidas (incluyendo 8 federales), que representan el 14.6% de la superficie de la ciudad (SEDEMA, 2020). Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido alterados significativamente y/o en donde se realizan procesos de preservación y restauración. Son áreas que proporcionan a la población bienes y servicios ambientales gracias a sus características ecogeográficas, variabilidad de especies, entre otros (SEDEMA, 2016). En una ciudad como la de México, inmersa a su vez en una megalópolis, las ANP se encuentran al margen y a merced de una continua urbanización. Fenómenos como ese y la metropolización imponen retos para los tomadores de decisiones y para las sociedades mismas para lograr un desarrollo sostenible (de la Mora, 2019).

Por su lado, las ANP cobran especial relevancia en las zonas urbanas y periurbanas donde existe una constante expansión urbana que las hace susceptibles al cambio de uso de suelo y donde generalmente no hay espacios naturales de gran extensión que permitan la provisión y el

mantenimiento de los SE (de la Mora y Montaña, 2016). La urbanización y metropolización impone retos para los tomadores de decisiones y a las sociedades mismas para lograr un desarrollo sostenible (DS) (de la Mora, 2019). Para disminuir la vulnerabilidad de las ANP es fundamental conocer su importancia y orientar los esfuerzos hacia la conservación, restauración, supervisión, protección, vigilancia y mantenimiento de estas superficies (SEDEMA, 2020). Así, los SE provistos por las ANP de la ciudad dependen del estado de conservación, es decir, de la funcionalidad ecológica, de los ecosistemas que pretenden proteger. La existencia de las ANP en la CDMX y las interacciones sociales, culturales, de apropiación y medios de vida en relación con los ecosistemas son lo que, en conjunto, hacen de las ANP urbanas ejemplos de Sistemas Socioecológicos.

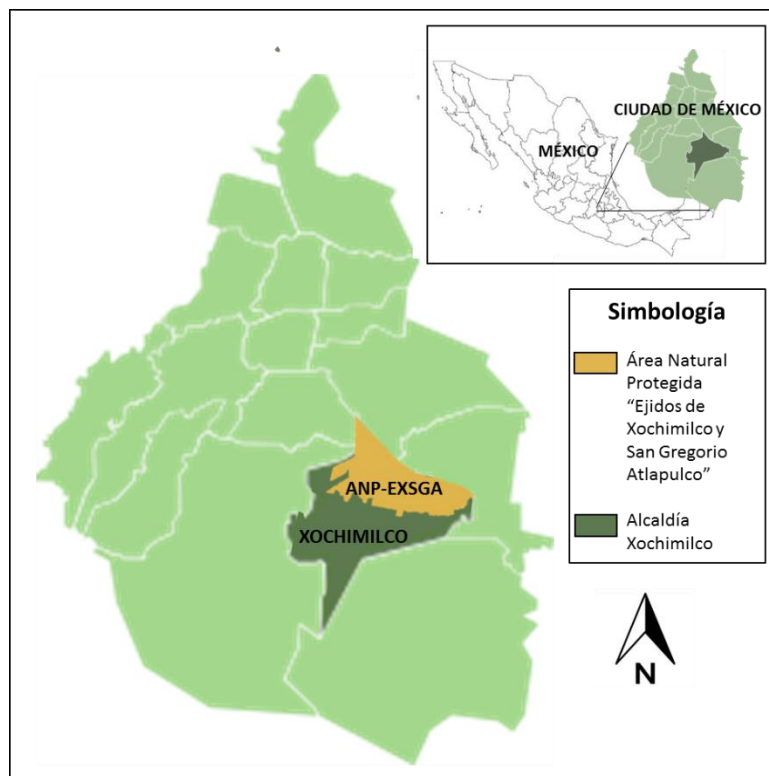


Figura 5.3. Ubicación del ANP-EXSGA.

Elaboración propia

Un ejemplo de ANP periurbana es el ANP-EXSGA “Ejidó de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”. Esta se sitúa en el contexto periurbano, donde los remanentes de lo rural se ven transgredidos constantemente por las presiones del crecimiento de la ciudad circundante. Localizada al sureste de la CDMX y en el límite norte de la Alcaldía Xochimilco, rodeada de otras como Tláhuac, Tlalpan e Iztapalapa (figura 5.3). Esta zona es un ecosistema de humedal

representativo de la cuenca del Valle de México. Como tal proporciona bienes y servicios ambientales para la población de la ciudad porque provee agua y alimentos, alberga una gran cantidad de especies de flora y fauna, entre las que destaca el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), que es una especie endémica protegida según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (figura 5.4); además, presenta una poza génica importante y funciona como zona de alimentación y reproducción de especies y producción agrícola (Aranda, 2004, GOCDMX, 2018). Todo lo anterior ocurre al margen de las presiones del cambio de uso de suelo, urbanización y desarrollo de una de las ciudades más pobladas del mundo.



Figura 5.4. *Ambystoma mexicanum* (ajolote).

Tomado de Mena y Servín (2014)

## 5.2 Áreas Naturales Protegidas en la CDMX y el ANP-EXSGA

En las publicaciones sobre las áreas naturales de la CDMX que se centran en el Suelo de Conservación y las áreas verdes, se destacan los temas de SE o servicios ambientales y áreas prioritarias de conservación (Cram *et al.*, 2008, Correa *et al.*, 2012; Saavedra *et al.*, 2011), la valoración económica de dichos servicios (Mata, 2018), la planeación de áreas verdes (Ortiz, 2019), indicadores de salud de la vegetación (Saavedra *et al.* 2016), análisis de política pública (Pliego, 2019; Bolom, 2019), entre otros.

La literatura sobre el ANP-EXSGA y del Suelo de Conservación de Xochimilco incluye la contaminación del agua de los canales (Meza, 2019), el estado actual del sistema lacustre (Imaz, 2014), la transformación espacial por la expansión urbana y actividades humanas (Zamora, 2019; Toledo, 2018), la creación de un SIG participativo (PAOT, 2013), la transformación del sistema socioecológico (Charli-Joseph *et al.*, 2018; Eakin *et al.*, 2019); la remediación y monitoreo de

suelo y agua (Carrión *et al.*, 2012; Bautista, 2015; Zambrano *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2019), caracterización biofísica y de microorganismos (Figuroa *et al.*, 2015; Guevara *et al.*, 2015).

Almodacid (2018) realizó un estudio cuyo objetivo era proponer una metodología para realizar una valoración económica de los SE que provee el suelo. En dicho estudio se usó el ANP-EXSGA como estudio de caso. Dicha metodología incluía una caracterización biofísica y social del área de estudio, un mapeo de SE, la cuantificación de los beneficios para las personas, la identificación de actores y la emisión de recomendaciones para preservar los SE en el área. El autor concluye con la importancia de valorar de los SE, en especial para los actores directos, de quienes depende el uso final que se le da al recurso suelo. En este caso, los productores y los turistas son los principales beneficiarios de los SE del suelo del ANP-EXSGA, porque son los SE culturales y estéticos los más relevantes en el sitio. El valor del suelo oscila entre \$9,479.83-22,885.31 USD/ha/año, lo equivalente a entre \$201225.50-485779.60 de pesos/ha/año, al cambio de 2020, siendo precisamente los SE de uso directo los que generan más valor. Es importante resaltar que la falta de información y el acceso a la misma representan una de las principales dificultades que se enfrentan en este tipo de estudios.

En el año 2019 Villegas analizó el impacto ambiental de la expansión urbana en el ANP-EXSGA a través de la caracterización del estado ambiental y social actual. Se utilizó el análisis espacial para determinar los factores biofísicos, sociales y administrativos relevantes en el área. A partir de ello se delimitaron unidades territoriales funcionales en las que se buscaron factores comunes y se realizó una ponderación con pesos distintos para determinar los mayores impactos ambientales. En dicha ponderación, la autora resalta el tipo de uso de suelo, la presencia de asentamientos urbanos y las características demográficas. Se encontró también que la desarticulación institucional y administrativa genera una incertidumbre bajo la cual la expansión urbana encuentra un sitio ideal para continuar avanzando; además, se hace énfasis en la importancia de abarcar la problemática desde las instituciones locales. En este estudio se encontró que los rasgos biofísicos del territorio no son los causantes de la expansión urbana, sino otros, como la presencia de una combinación de usos de suelo y actividades económicas, así como la cercanía a vialidades grandes.



# Capítulo 6

## Residuos de construcción y demolición

Los RCD han cobrado relevancia en el mundo a lo largo de las últimas décadas. Eso se puede observar porque han sido ampliamente estudiados, por ejemplo, Jin y colaboradores (2019) y Wu *et al.* (2019) aseguran que entre los temas que se tratan en la mayoría de la literatura sobre los RCD están la sustentabilidad (Bialko, 2017; Sheth *et al.*, 2016) y el impacto ambiental (Poulikakos *et al.*, 2017), el reciclaje y reúso (Kabirifar *et al.*, 2020; Hossain *et al.* 2016) y estudios acerca de los métodos técnicos para la reutilización de materiales en concreto (Wang *et al.*, 2019), ladrillos, asfalto y cerámicos, el manejo de RCD (Gálvez-Martos *et al.*, 2018; Kabirifar *et al.*, 2020) , la cuantificación de su generación (Esin y Cosgun, 2007; Islam *et al.*, 2019), la identificación de los componentes contaminantes de los RCD (Oygard *et al.*, 2005; Shin y Kang, 2015) y el análisis de ciclo de vida (Bovea y Powell, 2016; Mercante *et al.*, 2012; Hossain *et al.*, 2016).

### 6.1 Los RCD en el contexto mexicano

De acuerdo con la LGPGIR (2018), los residuos de construcción y demolición en general, así como los de excavación, son considerados residuos de manejo especial (RME). La responsabilidad de su manejo recae en la Federación y en las entidades federativas. Los RME son “aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos”. Según la NOM-161-SEMARNAT-2011 son RME todos los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m<sup>3</sup> y se conoce a los responsables como grandes generadores.

Los RCD son definidos en la NADF-007-RNAT-2013 (2015), ahora NACDMX-007-RNAT-2019 como “un conjunto, fragmentos o restos de madera, paneles de yeso o de cemento, residuos de albañilería, tabiques, materiales pétreos, tierra, morteros, plásticos, pisos, cal, tejados, metales, vidrio, plásticos, asfalto, concretos, hormigón, ladrillos, bloques, materiales de excavación, cerámica, entre otros.” Los principales componentes de los RCD en México (figura 6.1) son

material de excavación, seguido de escombros o cascajo, que sería la mezcla de cerámicos, ladrillo, etcétera, concreto y otros, que incluyen, por ejemplo, RSU, madera o plásticos. En ese sentido, se puede entender que los RCD son una mezcla de materiales de diversos orígenes, por lo que su separación no es sencilla. Asimismo, las características químicas y físicas de los dependerán del tipo de obra, su origen y la época de la construcción, algunos de ellas se muestran en la figura 6.2.

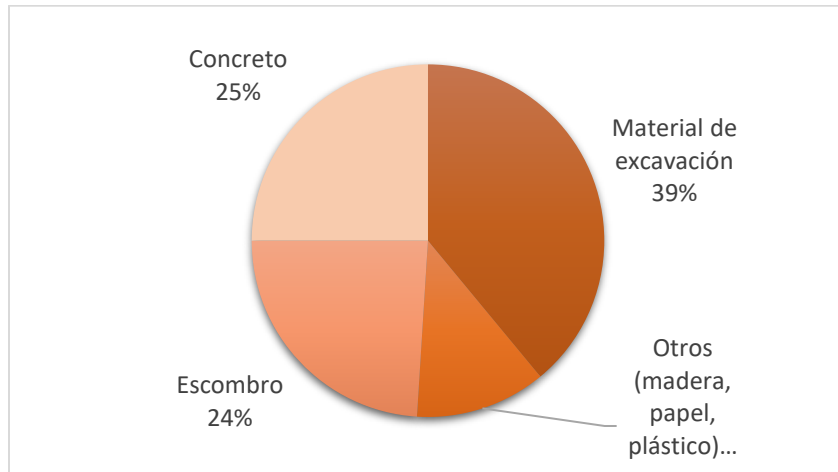


Figura 6.1. Componentes de los RCD en México.

Fuente: elaboración propia con datos de CMIC (s.f.)

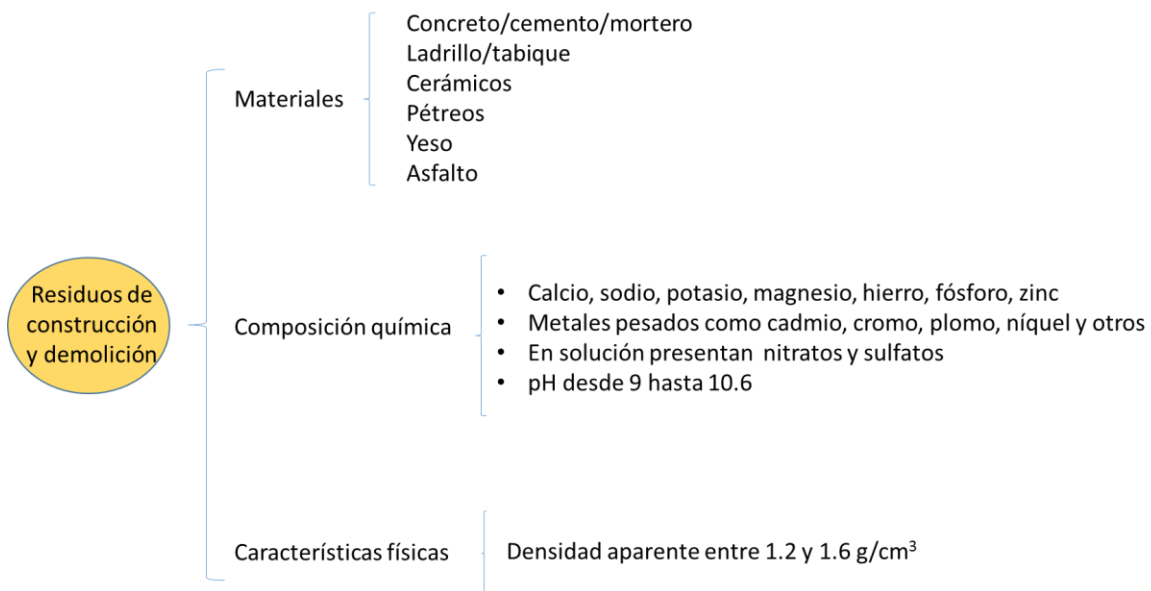


Figura 6.2. Materiales originarios y propiedades fisicoquímicas de los RCD. Fuente: Mulders (2013), Lomeli (2018), López *et al.* (2017), Molineux *et al.* (2009), Carson *et al.* (2014) y Sharkawi *et al.* (2018)

Estos residuos se clasifican de acuerdo con su origen como sigue (NADF-007-RNAT-2013, 2015):

- Provenientes de concretos hidráulicos y morteros
- Mezclados
- Provenientes de fresado de concreto asfáltico
- Residuos de excavación
- Residuos Sólidos Urbanos
- Otros

Por otro lado, Symonds y colaboradores (1999) clasifican a los RCD de acuerdo con el tipo de actividades de las que derivan:

- La demolición total o parcial de edificios o infraestructura
- La construcción de edificios y/o infraestructura
- Suelo, rocas y/o excavaciones
- Mejoramiento y mantenimiento de vías de carpeta asfáltica
- Destrucción por terremotos

Como se mencionó anteriormente, los RCD también se generan como producto de desastre. En el contexto de un país como México y, en particular en la capital, los terremotos son una importante fuente de RCD. Reyes y Rojas (2020) reportan que, como consecuencia del sismo del 19 de septiembre de 2017, solamente en la CDMX, se produjeron aproximadamente 364,598 toneladas de residuos provenientes del colapso y la demolición de edificaciones dañadas. Esta cifra es equivalente a la acumulación de poco más de 52 días de generación de RCD en la CDMX, pero en un solo evento.

Esta situación no es exclusiva de la Ciudad de México, por el contrario, es común en otros estados del país donde hay un alto riesgo sísmico. Tal es el caso de Oaxaca, en donde se han encontrado depósitos de RCD en las riberas de ríos como consecuencia del derrumbamiento de viviendas por el sismo de 2017 (Manzo, 2017)

## **6.2 Los residuos de construcción y demolición en la CDMX**

La CMIC (s.f.) estimó que para el año 2018 se estarían produciendo cerca de 9 millones toneladas anuales de residuos de construcción y demolición, de las cuales hasta 15,000 m<sup>3</sup> diarios

proviene de la CDMX (SEDEMA, 2017), esto es prácticamente la mitad de los RCD generados en el país. Según el Inventario de Residuos Sólidos 2018 (SEDEMA), en la CDMX se generan 13,073 toneladas diarias de residuos sólidos provenientes de actividades comerciales, turísticas, manufactureras, académicas, industriales o administrativas. En conjunto con los residuos de excavación, el volumen de RCD producido en la CDMX asciende a 2, 500,156.14 m<sup>3</sup> que representan más del 50% del total de RSU a nivel entidad federativa. De este volumen se recicla solamente un 30%, mientras que el volumen restante se envía idealmente a sitios autorizados de transferencia y disposición final.

Por otro lado, las alcaldías que más generan estos residuos son Álvaro Obregón, sobrepasando el millón de toneladas, luego Miguel Hidalgo con casi 400,000 y Benito Juárez con más de 200,000. Además, en cuanto a recolección y transporte de RSU, los de construcción y demolición ocupaban hasta el 30% del total de los esfuerzos emitidos por privados hasta el 2018. Por último, es importante mencionar que los RCD encabezan la lista de generación de RME en la CDMX, seguidos por los residuos tecnológicos y los neumáticos (SEDEMA, 2018).

### **6.3 Tiraderos clandestinos de RCD**

Se entiende por tiradero clandestino a aquellos sitios de disposición final de residuos que no están controlados y que, en consecuencia, no presentan las condiciones necesarias para un buen manejo de los desechos y que se encuentran en la vía pública por parte de la ciudadanía y los comercios (Reyes y Rojas, 2020; SEDEMA, 2020). Por otro lado, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece en el artículo 100, fracción I que se prohíbe “*Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado [...] cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable*”, por lo que cualquier otro sitio donde se dispongan residuos es un tiradero clandestino.

Durante 2018 SEDEMA reportó que, de las denuncias recibidas para seguimiento de inspección y vigilancia ambiental de suelo urbano, la mayoría son por tiraderos clandestinos y por el manejo de los RCD producidos por las edificaciones nuevas.

Los impactos de los TCRCD incluyen al agua, aire, suelo (por efecto del sellamiento y/o la contaminación), a la flora y la fauna, los servicios ecosistémicos y al drenaje, también provoca una saturación de los sitios de disposición final e impactos sociales, entre ellos, el riesgo a

inundaciones, el aumento de enfermedades respiratorias, la proliferación de fauna nociva y contaminación, impacto visual estético, la obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas, así como enfrentamientos sociales (PAOT, 2010; CMIC, s.f.; Jiménez, 2005) y, por último, la pérdida de la productividad de los terrenos, el abandono de tierras y la evasión de multas y responsabilidades. Debido a lo anterior, es posible decir que existe una interrelación entre los efectos ambientales, sociales y de salud pública y los TCRCD (figura 6.3). Con base en lo anterior, en la tabla 6.1 se desglosan los impactos sobre los SE que tienen los TCRCD en el ANP-EXSGA.

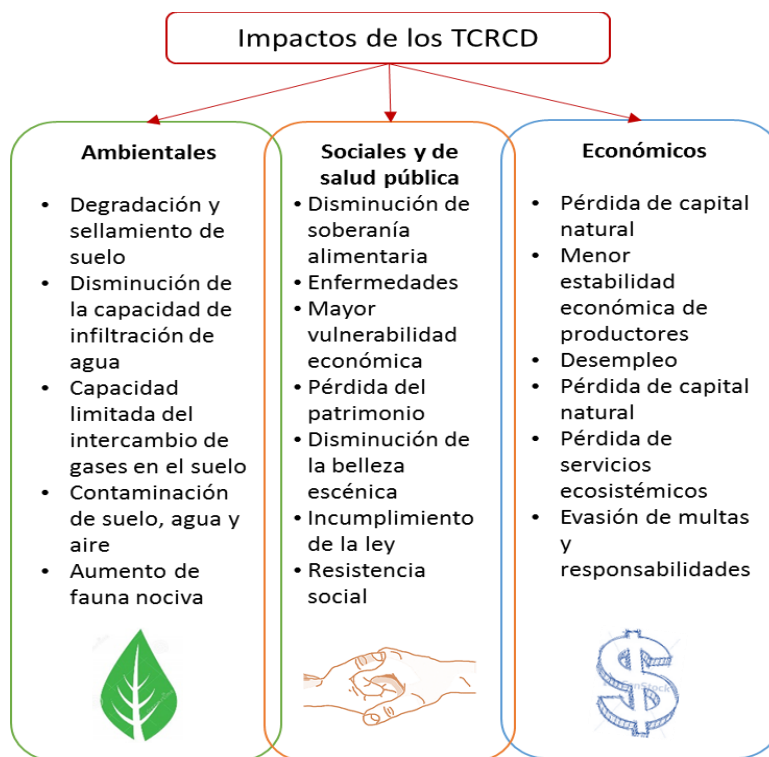


Figura 6.3. Impactos ambientales, económicos, sociales y de salud pública de los TCRCD

Tabla 6.1. Posible afectación de los Servicios Ecosistémicos del ANP-EXSGA por TCRCD.

Tipo	SE	Zonificación del ANP-EXSGA	Posiblemente impactado por TCRCD
<b>Soporte</b>	Formación de suelo	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x
	Ciclos biogeoquímicos	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x
	Biodiversidad de plantas	Protección (humedal)	x
<b>Provisión</b>	Provisión de alimentos	Agrícola y chinampera	x

	Provisión de agua	ANP-EXSGA	x
Regulación	Retención de contaminantes	Protección (humedal)	x
	Regulación de plagas	Fauna	x
	Captura de carbono	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	x
	Infiltración	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	x
	Control de inundaciones	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x
	Regulación del microclima	Protección (humedal)	x
Culturales	Turismo	Canales	x
	Actividades agroecológicas/comercio	Chinampas/humedal	x
	Patrimonio	ANP	x

Fuente: elaboración propia

#### 6.4 Estudios sobre la disposición final y tiraderos de RCD

Los sitios de disposición final no regulados son una de las mayores causas de contaminación y degradación de suelo y agua en el mundo. Es por ello que la existencia de tiraderos clandestinos de residuos se ha convertido en un problema ambiental en muchos países (Vaverková *et al.*, 2019). Según Jordá y colaboradores (2014), las investigaciones en torno a los tiraderos de residuos suelen estar orientadas hacia la localización y determinación de los espacios idóneos para implementar sitios de disposición manejados (Akbari *et al.*, 2008; Chang *et al.*, 2008; Dosal *et al.*, 2012; González, 2015; Araiza *et al.*, 2018; Araiza *et al.*, 2019). Sin embargo, hay pocos estudios (Biotto *et al.*, 2009; Silvestri y Omri, 2008; Jordá *et al.*, 2014; Doak *et al.*, 2007) sobre la determinación de la probabilidad de ocurrencia o para entender la distribución de los tiraderos clandestinos bajo distintos contextos nacionales o sus impactos en los sistemas naturales (Vaverková *et al.*, 2019), en especial porque es un problema complejo y porque requiere de una gran cantidad de información y bases de datos que no siempre están disponibles o no existen (Jordá *et al.*, 2014). Así, la ocurrencia de los tiraderos clandestinos no sucede de manera aleatoria: su distribución se da bajo condiciones particulares (Silvestri y Omri, 2008).

En el ámbito de los RCD y, además, en el contexto mexicano, el estudio de Araiza *et al.* (2019) utilizó dos metodologías de análisis espacial usando modelos a partir de SIG, para la selección de sitios con características adecuadas para la construcción de infraestructura para el tratamiento y disposición final de RCD en la CDMX.

El primer modelo empleó un análisis multicriterio, entre cuyas variables se encontraban la pendiente, las zonas de inundación, las cañadas y las áreas geotécnicas, restringidas todas por áreas naturales relevantes y espacios inhabitados; como resultado se obtuvo que las alcaldías que presentaban características suficientes para una adecuada disposición final de grandes cantidades de RCD –según los criterios antes mencionados– están ubicadas al sur de la demarcación, en las alcaldías Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Cuajimalpa.

El segundo modelo incluía un análisis de redes en el que se buscaban puntos estratégicos para el tratamiento –más que para la disposición final– según la ubicación de los principales puntos de generación de RCD en la ciudad, el tiempo y la distancia hasta el sitio de disposición final y la infraestructura potencial. Estos resultados arrojaron sitios ubicados en las alcaldías Gustavo A. Madero, al Norte, Miguel Hidalgo, en el Centro, Tlalpan, en el Sur y Tláhuac al Este.

En cuanto a los tiraderos ilegales y retomando a Silvestri y Omri (2008), los autores encontraron que los vertederos ilegales de residuos -particularmente los peligrosos-, estaban ligados con la cobertura y el estado de conservación de la vegetación, por su relación con la contaminación de suelo provocada por los tiraderos. El estudio se llevó a cabo en Italia para localizar tiraderos clandestinos de residuos, utilizando sensores de percepción remota en combinación con herramientas SIG y también información obtenida en sinergia con las autoridades, bases de datos e imágenes satelitales para determinar parámetros como el tamaño y ubicación de los tiraderos en la región. El método generado por los investigadores probó ser útil aún en grandes extensiones de terreno, donde la resolución de las imágenes satelitales podría considerarse insuficiente.

En el de Jordá y colaboradores (2014) se aborda el tema de los tiraderos clandestinos de residuos a partir del diseño de un método para identificar y localizar las áreas cuyas probabilidades de albergar un tiradero son altas en la región de Andalucía, España. Lo anterior se logra mediante la obtención de información de diferentes fuentes (incluyendo trabajo de campo y bases de datos) y la combinación de un análisis factorial (FA) y sistemas de información geográfica (SIG), que, en conjunto, identificaban factores geográficos como la localización o la visibilidad, variables socioeconómicas como la demografía y actividades económicas. Primero se identificaron 518 tiraderos en la zona para después muestrearlos debido a su tamaño, tipo de residuo y ubicación, luego se colocaron sobre mapas cartográficos; los principales residuos eran domésticos y RCD.

El FA incluyó 34 variables que se sometieron a un análisis de componentes para verificar que la importancia no es siempre la misma; de este análisis se obtuvieron 9 factores que determinan la mayoría de las ocurrencias de tiraderos clandestinos: patrones socioeconómicos, el uso de suelo,

la distancia a las calles y centros urbanos, la extensión de los municipios, la gestión y accesibilidad, la lejanía de carreteras y zonas industriales, características geomorfológicas (relieve), accesibilidad a calles secundarias y caminos y la distancia a zonas residenciales. El resultado fue un mapa categorizado de probabilidades, además se encontró que el método es válido porque acertaba en un 63.6% la presencia de tiraderos clandestinos con las zonas que determinaron con mayor probabilidad. Con ello prueban que la sinergia entre el FA y los SIG puede servir como alternativa a los análisis multicriterio que se realizan comúnmente. Este estudio no incluye variables como los actores y usuarios de la tierra, los servicios ni el rol de las autoridades ni de la legislación.

La problemática de los tiraderos clandestinos de residuos sólidos y domésticos ha sido poco estudiada, pero el abordaje de los tiraderos clandestinos de residuos de construcción y demolición es un tema todavía más inexplorado. Durante la presente revisión bibliográfica sólo se encontró el estudio realizado por Seror y Portnov (2018) en una región de Israel:

En dicha investigación se identificaron 73 TCRCO en el área de Haifa. Cada sitio fue geolocalizado para obtener parámetros como la cantidad de RCD depositados (toneladas), la distancia a caminos principales (metros), cercanía a centros de población, cercanía a áreas de bosque o de vegetación, profundidad de la barranca, visibilidad desde la calle o la pendiente del terreno. Para caracterizar cada depósito se usaron modelos y fotografías aéreas y con datos duros, como la capacidad máxima de transportación de RCD en un camión de volteo. Se tomaron en cuenta algunas variables sobre el desarrollo de la zona, como los empleos, la densidad de población o el crecimiento poblacional. Los autores utilizaron regresiones multivariadas para identificar u medir los efectos de los factores antes mencionados en la magnitud de los depósitos, los resultados del análisis se transportaron a imágenes procesadas con SIG para obtener un mapa de riesgo de ocurrencia de TCRCO clasificado en alto y bajo. Se encontró que un 22 % de los TCRCO se encontraban cerca de zonas boscosas, mientras que casi la mitad se encontraban dentro o cerca de barrancas, este hecho se atribuye a la cantidad de RCD que se pueden almacenar en sitios como esos.

Aunque actualmente el estudio de las ANP urbanas ha ido en aumento, aún existe poca información sobre las ANP de México y, en particular, de la CDMX. Si bien algunos trabajos sobre el ANP-EXSGA, el área está dominada por literatura que no utiliza la denominación de área natural protegida y más bien se centran en el nominal de Xochimilco. Algunos de los autores retratan temas inherentes impacto ambiental o valoración de servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA, pero, en general, la literatura se enfoca principalmente en la conservación de especies



nativas, en la gobernanza de los productores y en el cambio de uso de suelo. No se encontró información del ANP desde el enfoque de los SSE.

Por otra parte, los trabajos realizados en torno a los RCD en México se han enfocado a las plantas de tratamiento, evaluaciones a sitios de disposición final y al reciclaje o reúso de los mismos, pese a ello, existe literatura sobre sus impactos ambientales, sobre todo en relación con los lixiviados. Cabe señalar que los análisis sobre tiraderos clandestinos se centran en los de RSU, por su abundancia y en la localización de los sitios ideales para establecer nuevos sitios de disposición final, por medio de la utilización de herramientas de geoespaciales (SIG) y análisis multicriterio. Sin embargo, hay relativamente poca literatura de estudios sobre tiraderos clandestinos de residuos, debido a la complejidad que implica su abordaje. En ese sentido, existe un hueco importante a nivel mundial especialmente en lo referente a los TCRCD.

### **6.5 Uso y reúso**

La gran generación de RCD en el mundo ha hecho de su tratamiento una necesidad. Es por ello que, aprovechando sus características, estos sean utilizados en nuestro país y otros del mundo (Luna, 2012; Bedoya, 2003; Laiseca, 2016; Restrepo, *et al.*, 2015; Bates *et al.*, 2015; Sharkawi *et al.*, 2018; Flores, 2017; SEDEMA, 2020, Lomelí, 2018; Prado *et al.*, 2020) como:

- En rellenos
- Terraplenes
- Cubiertas para rellenos sanitarios
- Construcción de caminos secundarios
- Producción de materiales de construcción como bloques, adoquín, losetas
- Pavimentación
- Hormigones, mortero
- Generación de tecnosoles y el establecimiento de vegetación en áreas verdes urbanas y azoteas verdes

### **6.6 Marco legislativo actual**

El marco legislativo en relación con los RCD dentro de la CDMX (figura 6.4) se describe a continuación:

A nivel federal, en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano, que le garantice su bienestar

y desarrollo, por lo que cualquier daño al ambiente va en detrimento de los derechos. Asimismo, el artículo 115 establece en su fracción III que la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos está a cargo de los municipios. Igualmente, el artículo 137° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su modificación de 2018 señala que las actividades como la recolección, almacenamiento, transporte, disposición de residuos está sujeto a las leyes locales, es decir, el manejo de RSU y RME concierne a los municipios, por lo que, de la capacidad instalada de los mismos en esa materia, dependerá la eficiencia de manejo.

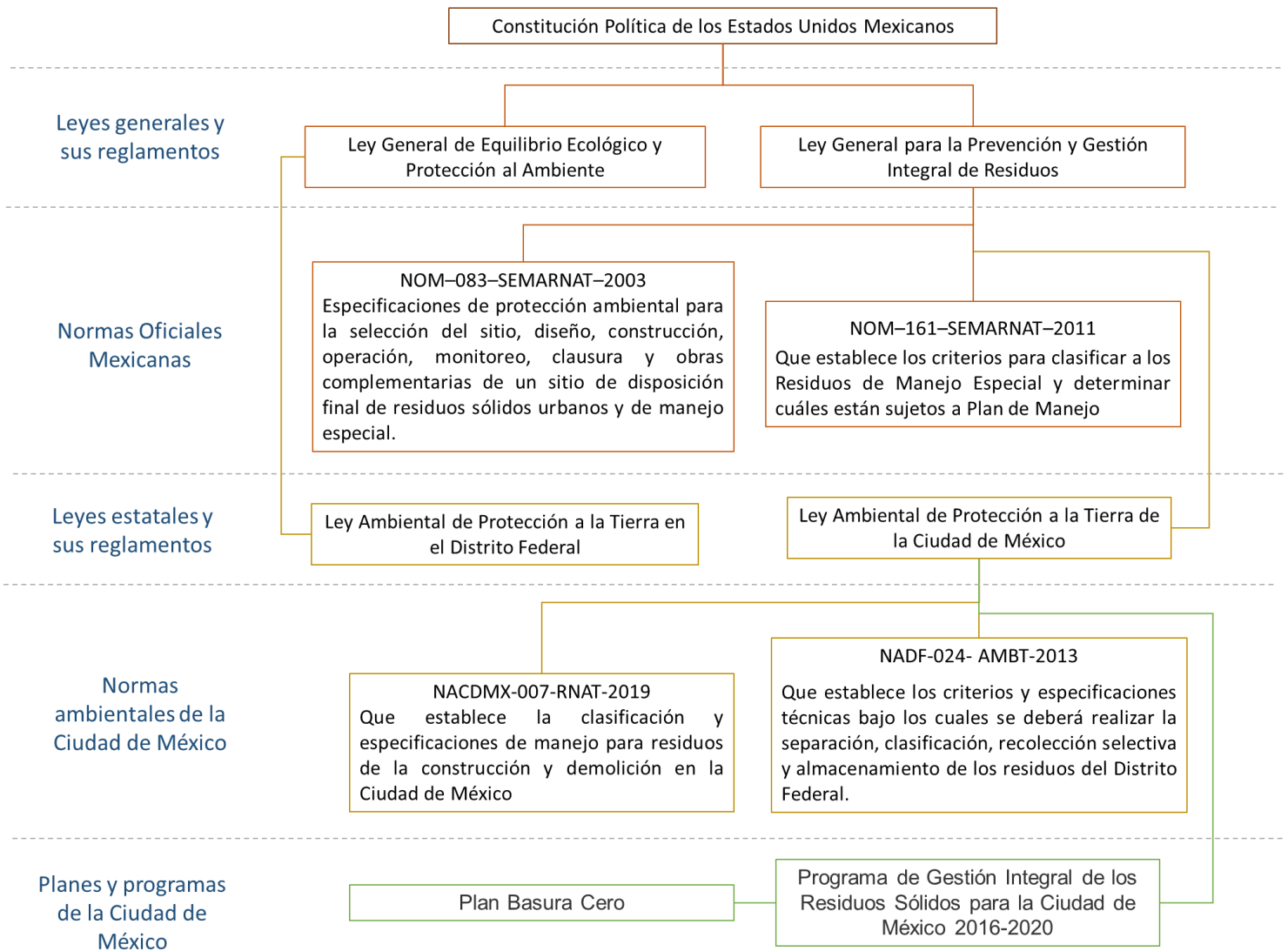


Figura 6.4. Marco legislativo aplicable a los RCD en la CDMX.

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece en el artículo 100, fracción I que se prohíbe “*Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado [...] cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable*”. De esto se entiende que toda actividad de descarte informal de residuos de cualquier tipo está por fuera de la ley.

En relación con los RCD, existen las siguientes normas oficiales relacionadas con los RME:

- NOM–161–SEMARNAT–2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
- NOM–083–SEMARNAT–2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Los RCD son considerados de manejo especial, por lo que, a nivel federal, se aplica la norma 161 para la creación de planes de manejo. La norma 083 es importante porque de ella depende la implementación de sitios oficiales de disposición final, que, actualmente, son escasos en la CDMX. Sólo existen dos sitios que funcionan de manera regular desde hace varios años: al oriente, en Iztapalapa, la planta de disposición final y reciclaje Concretos Reciclados y, en Xochimilco, la planta de transferencia Cuemanco. Recientemente, se puso en marcha un tercer proyecto en la Alcaldía Miguel Hidalgo, autonombrado Centro Integral de Reciclaje (CIREC,) de la empresa Concretos sustentables mexicanos, en colaboración con el Gobierno de la CDMX.

A su vez, en la legislación estatal se hace la distinción entre el manejo integral y la gestión de residuos: según la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (2019), se entiende por manejo integral a las actividades realizadas en la fuente que involucran la “*separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.*” Por otro lado, la gestión integral se refiere al “conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas,

sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final.”

Tanto manejo como gestión de RSU y RME, deben realizarse mediante programas y estrategias estatales y municipales que permitan una adecuada disposición de dichos residuos, previniendo la contaminación ambiental y la aparición de tiraderos clandestinos.

Otro concepto importante derivado de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal es el de *responsabilidad compartida* que, en relación con los residuos, insta a un “...manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órganos de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social”. Lo anterior implica que el manejo de los RCD se debe realizar desde distintos órdenes gubernamentales y sociales, por ejemplo, la SEDEMA, la SOBSE (Secretaría de Obras y Servicios), la PAOT, las alcaldías y la ciudadanía en general.

Por su parte, en la CDMX también se han emitido normas para el manejo de RCD:

- NACDMX-007-RNAT-2019, Que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México. Esta norma fue actualizada y sustituyó a la NADF-007-RNAT-2013
- NADF-024- AMBT-2013, Que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal.

La primera norma para el manejo de RCD en la CDMX se publicó en 2013, pero en 2019 se sometió a modificaciones, dando como resultado el Proyecto de Norma Ambiental para la Ciudad de México PROY-NADF-007-RNAT-2019. Dichas modificaciones pretenden fomentar y garantizar el reúso y reciclaje de los RCD producidos en la entidad, por encima de incentivar su correcta disposición final. Además, es aplicable en toda la CDMX para los generadores de RCD, los prestadores de servicios de recolección y transporte. A través de la presentación de un manifiesto, se pretende llevar un registro de la cantidad de RCD generados, transportados y dispuestos de manera formal. Aunque emitido y monitoreado por la SEDEMA, la norma no estipula con claridad a quién se atribuye la vigilancia del cumplimiento de los manifiestos, lo que deja un vacío administrativo importante. La Norma Ambiental para la Ciudad de México NACDMX-007-RNAT-

2019, que establece la clasificación y especificaciones de manejo integral para los residuos de construcción y demolición en la CDMX, entró en vigor el 20 de julio de 2021.

El requisito de la emisión de un plan de manejo de RCD para generadores de más de 7 m<sup>3</sup> de RCD se mantuvo desde la primera promulgación de la NADF-007 hace 8 años. Esto implicaba que los generadores debían conocer el volumen y el destino final de sus residuos. En la actualidad, entre las posibles opciones de disposición final de RCD de origen privado dentro de la CDMX se encuentran el centro de reciclaje privado Concretos Reciclados S.A. de C.V. y el Centro de Transferencia Cuemanco, aunque en otros estados cercanos, especialmente en el Estado de México, las opciones para la disposición final son más numerosas (SEDEMA, 2018).

Por otro lado, hay que comprender que los responsables de la aparición de TCRCO no son solamente los generadores, también intervienen los recolectores y transportadores informales, quiénes, con el fin de ahorrar en la disposición final, muchas veces terminan vertiendo los RCD en áreas de importancia ambiental. En ese sentido, una modificación destacable es la aclaración sobre los permisos RAMIR que deben ser solicitados y tramitados para el gremio de los transportistas de RCD.

El manejo de los RCD producidos por instituciones de Gobierno y derivadas de actividades como las de reencarpetamiento y limpia que realizan las Alcaldías con procesos internos particulares e independientes del Gobierno de la CDMX no están sujetos a esta normatividad. Una vez generados dichos residuos, son enviados a la planta del Bordo Poniente, donde son triturados y reincorporados en obra pública para la estabilización de suelos, como sub-base en vialidades o relleno en sitios de disposición final (SEDEMA, 2020<sup>b</sup>).

A pesar del importante esfuerzo que se realizó con la participación de diferentes actores para la modificación de dicha norma, entre los que se incluyeron instituciones de gobierno, la CMIC, la academia (i.e. el Instituto de Ingeniería de la UNAM) y participantes de la sociedad civil, la aplicación satisfactoria de una normatividad también requiere de la instrumentación de procesos y la ejecución de estos. En ese sentido y pensando en que el objetivo principal es que en la CDMX se fomente el uso, reúso y reciclaje de los RCR, el Programa Basura Cero, dado a conocer por el actual Gobierno de la CDMX pretendía la apertura de algunos centros de tratamiento para dichos fines. De esto se hablará más adelante.

Por otro lado, en la CDMX existen principalmente dos planes y programas vigentes en materia de residuos en la CDMX. En primera instancia está el Programa de Gestión integral de Residuos Sólidos 2016-2020, en segundo lugar, el Plan Basura Cero, publicado en 2019.

Derivado del Programa de Gestión integral de Residuos Sólidos 2016-2020, la Línea Estratégica 7.8, dedicada a la Protección Ambiental, hace referencia a la localización de tiraderos clandestinos de RSU, así como de RCD. Las medidas a las que se refiere hacen especial énfasis en la prevención de contaminación de suelo y, en su caso, la restauración del sitio. Entre las medidas que se consideran en ese apartado destacan: a) comunicación y capacitación del personal, así como campañas de difusión para el manejo apropiado de los RSU; b) fortalecimiento y coordinación interinstitucional, esto implica el establecimiento de un programa de vigilancia para detectar, denuncias y eliminar los tiraderos clandestinos en vía pública y zonas de conservación. Lo anterior con miras a reducir y evitar la aparición de tiraderos en la CDMX a partir de 2016.

Entre las metas de dicho programa se encontraba desarrollar para 2017 un inventario de sitios contaminados por RSU y RME en la CDMX. Sin embargo, al momento de escribir este texto, no ese objetivo no se ha cumplido, aunque el GCDMX ha mejorado el sistema para la consulta de las denuncias (especialmente a la PAOT) realizadas sobre tiraderos clandestinos.

El 26 de mayo de 2019 se emitió, a través de la SEDEMA, el Plan de Acción de la Ciudad de México para una Economía Circular. En general, el objetivo de ese documento es disminuir el volumen de los residuos sólidos de la Ciudad que llegan a rellenos sanitarios, por medio de la revalorización de residuo para su transformación en materia prima, es decir, de la implementación de un sistema de economía circular. Aunque los esfuerzos del Gobierno actual se han enfocado en la disminución de generación de residuos derivados de los plásticos de un solo uso, también se contemplaron medidas en el tema de la colecta, reúso y reciclaje de los RCD.

En consonancia con la Norma 007 sobre el manejo de RCD en la CDMX, la mayor meta de dicho plan de acción es el aumento de las actuales 206 toneladas de RCD recicladas a 6000 para el año 2026. Para lograr dicho objetivo se planteó la creación de infraestructura gubernamental y privada, por medio de 6 plantas procesadoras de cascajo y centros de acopio. En ese respecto, el GCDMX lanzó por medio de la SEDEMA una licitación para la construcción de, al menos, una planta de tratamiento de RCD. Dicha licitación ya no se encuentra disponible en la página de la Secretaría, por lo que se desconoce la asignación de presupuesto; sin embargo y a propósito de esto, a comienzos del año 2021, la Jefa de Gobierno, Claudia Sheinbaum, anunció la apertura del Centro Integral de Reciclaje (CIREC) ubicado en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

A lo largo de este capítulo se ha mostrado que, aunque ha habido acciones bien intencionadas y el propósito de incorporar el manejo adecuado de los RCD en la agenda gubernamental de la

CDMX, dichos esfuerzos se han visto opacados por cuestiones de instrumentación y vigilancia en el manejo de los RCD producidos en la entidad. Asimismo, cabe resaltar que en la legislación se discute ampliamente sobre el manejo que los RCD deberían tener, pero poco se habla de la responsabilidad que tienen o los mecanismos que los generadores de RCD deberían implementar para disminuir al máximo el volumen de generación de estos residuos, desde la concepción de los proyectos constructivos hasta su ejecución. Ese sería el comienzo de una verdadera gestión integral y sostenible de los RCD.

Además, hay viejas prácticas arraigadas de disposición inadecuada de RCD que se han documentado y mencionado a lo largo de los capítulos anteriores, especialmente representados por los TCRCD en SC y el ANP-EXSGA. En ese sentido, los hasta 15,000 m<sup>3</sup> diarios de RCD tienen tres principales destinos (figura 6.5): los sitios de disposición final y almacenamiento temporal regulados, las plantas de reciclaje y los TCRCD.

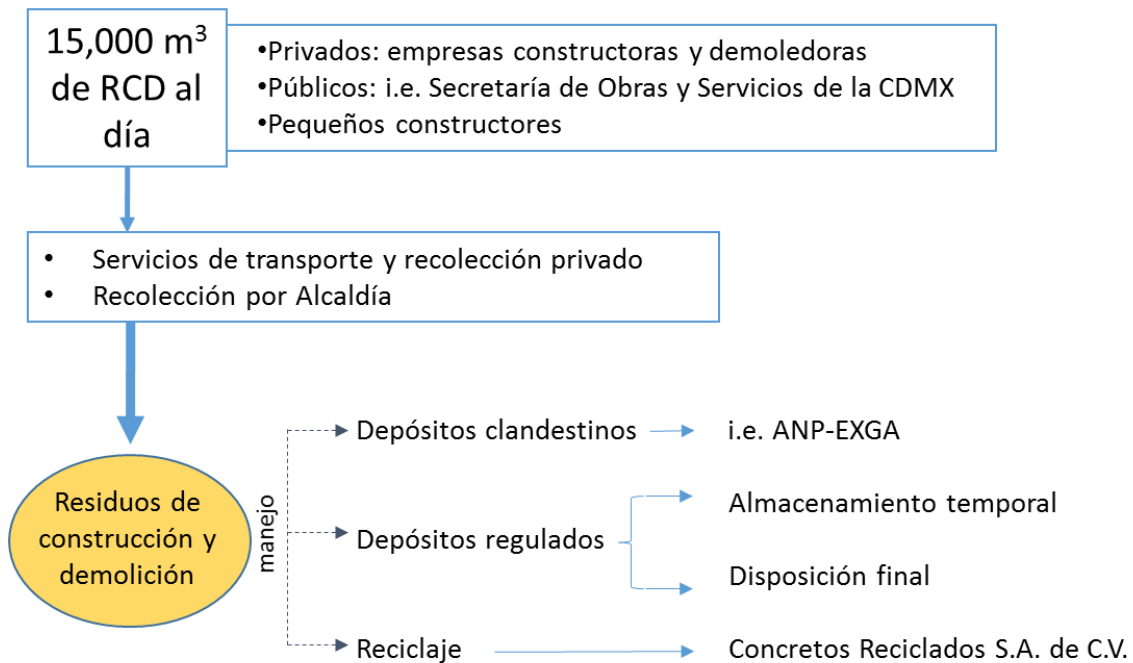


Figura 6.5. Dinámica de los RCD en la Ciudad de México.

Fuente: elaboración propia

# Capítulo 7

## Área de estudio y métodos

### 7.1 Área de estudio

El ANP-EXSGA está localizada en las coordenadas 19° 19' 10.25" y 19° 15' 19.94" N de latitud Norte; 99° 07' 09.77" y 99° 01' 09.61" O (6.1), con una extensión de 2,522.43 ha y con una altitud promedio de 2,574 msnm (GOCDMX, 2018). Se ubica sureste de la CDMX en la Alcaldía Xochimilco, limitando al norte con Iztapalapa, al noreste con Tláhuac y al noroeste con Tlalpan y Coyoacán (figura 7.1).

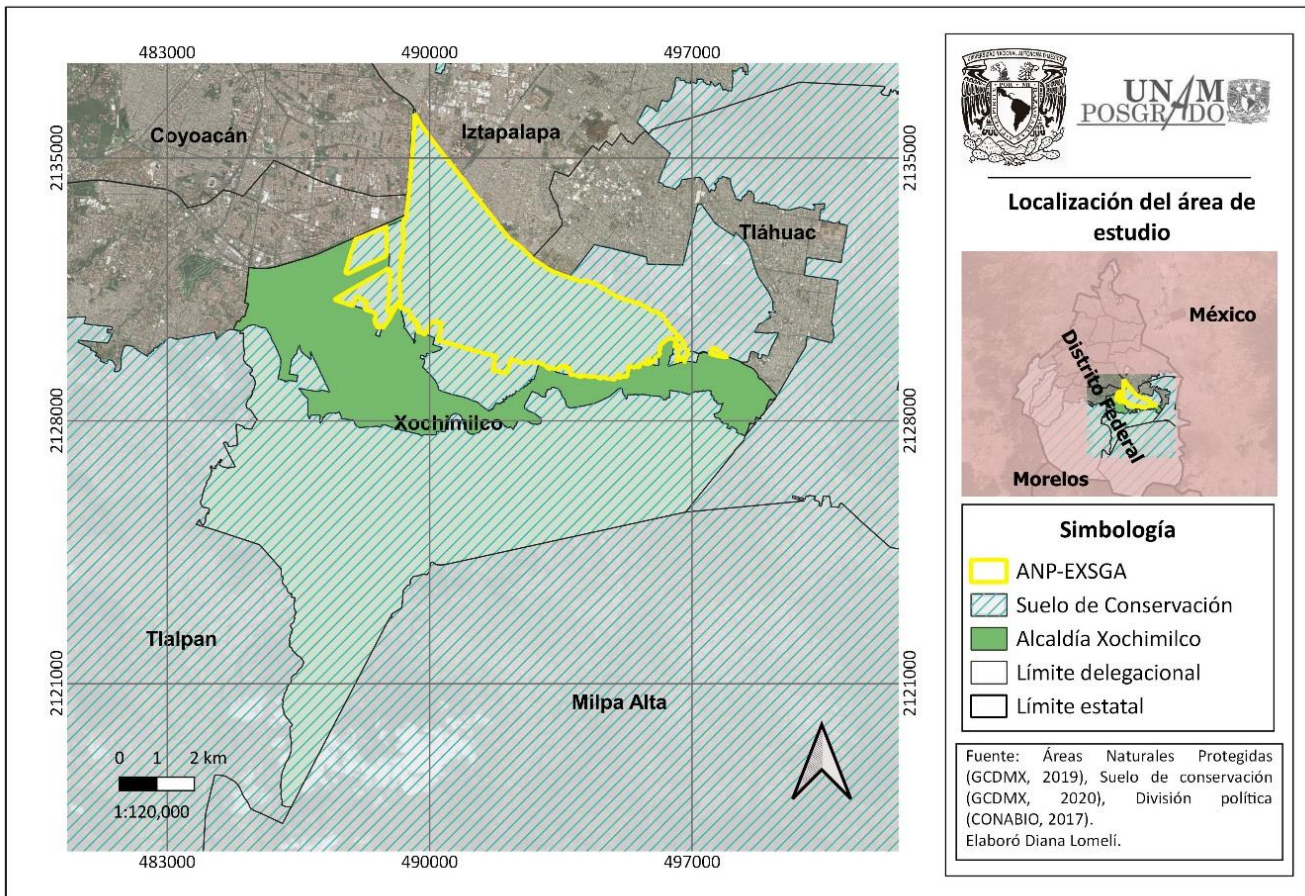


Figura 7.1. Localización del área de estudio.

Fuente: elaboración propia



De acuerdo con Aranda (2004), la zona está conformada por planicies de inundación naturales y cuerpos de agua inducidos, el clima corresponde a CW, templado subhúmedo con lluvias en verano con temperaturas entre 12 y 18°, con precipitación media anual de 620.4 mm. El paisaje predominante es de pastizal y matorral, hay presencia de tulares en la zona inundable durante las lluvias, mientras que, por otro lado, el suelo presenta altos niveles de salitre, que es potencialmente dañino para los cultivos (Imaz, 2014).

En cuanto a las actividades económicas, hay producción agrícola (incluyendo invernaderos), agroindustrial, pecuaria y siembra de ornamentales, comercialización de plantas y hortalizas, así como la prestación de servicios de esparcimiento, venta de alimentos y bebidas para el turismo (Imaz, 2014). La zona chinampera y de producción agrícola de temporal ocupan 1,723.11 ha, es decir, el 68.3% de la superficie del ANP-EXSGA (GOCDMX, 2018).

## **7.2 Ruta metodológica**

Para la realización de este trabajo y de acuerdo con los objetivos se diseñaron varias etapas, que van desde la descripción del SSE hasta el diseño de estrategias específicas para disminuir el impacto de los TCRCD en el área de estudio (figura 7.2). Cada una de las fases responde a los objetivos específicos que se plantearon al inicio del escrito.

La fase inicial consiste en el diseño metodológico, la identificación y selección de las variables a desarrollarse y los insumos necesarios para el desarrollo de la investigación y los medios para obtenerlos. La fase 1 implica la recopilación de información de diversas fuentes para lograr la descripción y el posterior análisis de cada uno de los componentes del SSE, esto es la obtención de información, la creación de bases de datos y la aplicación y procesamiento de encuestas. La segunda fase se trata del procesamiento y análisis de datos necesarios para la creación del mapa de localización e impactos de los TCRCD al interior del ANP-EXSGA. La siguiente fase implica el análisis de los componentes del SSE en términos de la localización de los TCRCD, mientras que la última etapa contempla la redacción de las conclusiones y el planteamiento de las estrategias de manejo acondicionadas al sitio.

Es importante recordar que se plantea el análisis desde el enfoque de los SSE, lo que implica que cada una de las fases describirá los diferentes componentes de primer y segundo nivel propuestos por McGinnis y Ostrom (2014), a saber: el entorno social, económico y político, el sistema de recursos, las unidades de recurso, los actores y el sistema de gobernanza. El

componente de ecosistemas asociados no se consideró en este estudio porque se limita a la escala local; además, los TCRCD están puntualmente situados dentro del ANP-EXSGA.

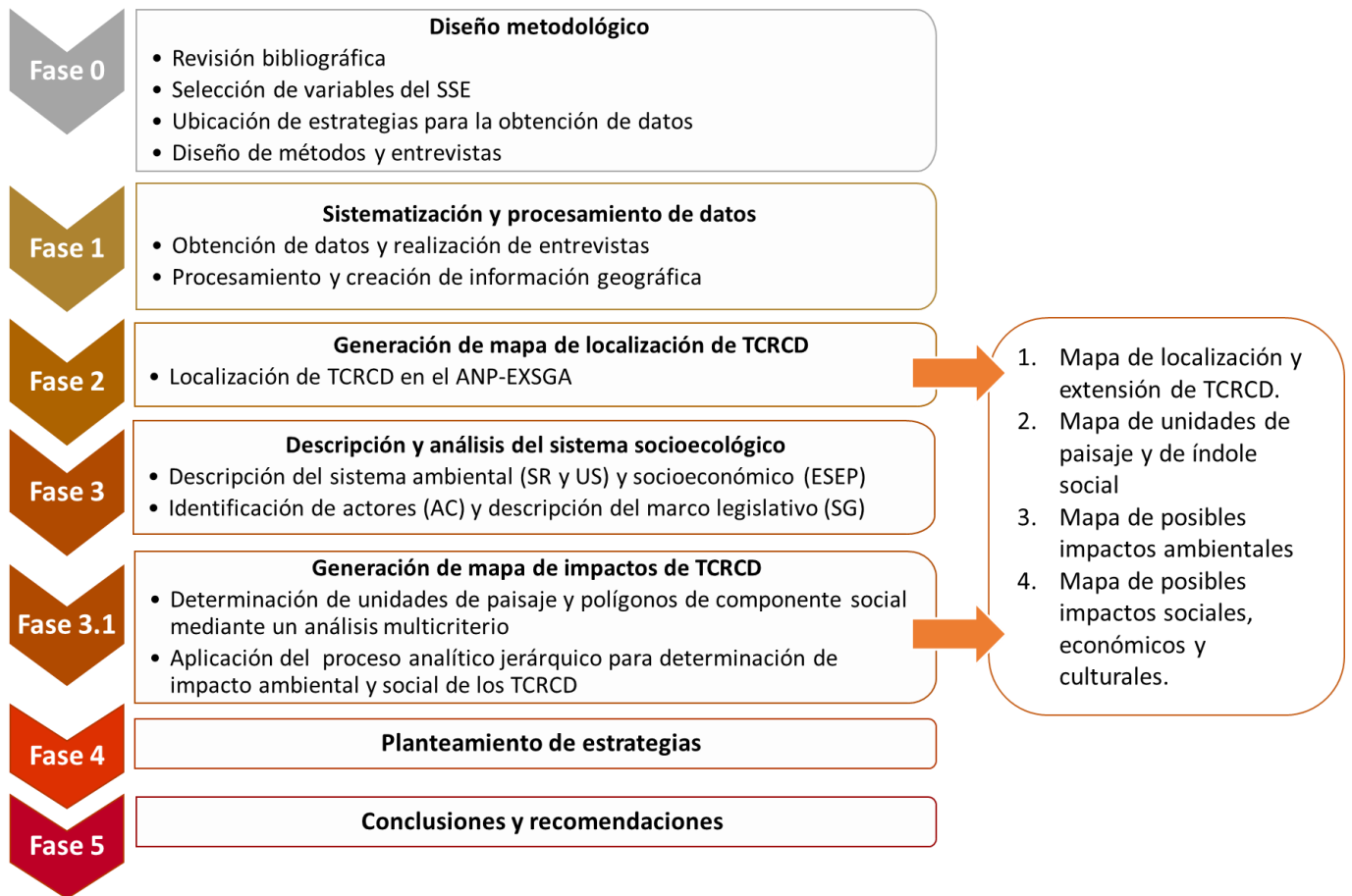


Figura 7.2. Ruta metodológica y planteamiento de la investigación

### 7.3 Localización y caracterización de TCRCD en el ANP-EXSGA

La localización y caracterización de los TCRCD en el área se realizó con la conjunción de dos tipos de datos: la primera con información geoespacial de TCRCD obtenida de diversas fuentes y la segunda con los datos abiertos de denuncias de los portales del Gobierno de la CDMX e instancias de regulación ambiental, como la PAOT. Lo anterior se hizo de ese modo para generar un mapeo multitemporal de los sitios donde se han reportado TCRCD y así localizar las zonas donde estos han sido más abundantes a lo largo del tiempo.

Para el primer caso, se usaron las siguientes fuentes de información geoespacial:

- 1) Se realizó un barrido manual del ANP-EXSGA, utilizando las imágenes satelitales disponibles en Google Earth del día 29 de marzo de 2019. Este barrido se realizó mediante

el reconocimiento de áreas circulares grisáceas, típicas de las zonas de volteo de camiones, así como zonas aplanadas con la misma coloración, un ejemplo de ello se muestra en la figura 7.3. Se usó Google Street View en las zonas donde estaba disponible, con varias fechas del 2019, dependiendo del sitio, para asegurar la existencia física del TCRCD. Asimismo, se realizó el cálculo de la superficie cubierta por los TCRCD localizados especialmente en la zona de protección y destinado a la producción agrícola y chinampera con ayuda de QGIS 3.12.

- 2) El documento titulado *Estudio de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos de la construcción en el Distrito Federal* generado por la PAOT (2010) en donde se recaba información georreferenciada de la localización de TCRCD al momento de realizar el estudio.



Figura 7.3. Ampliación de imagen satelital de Google Earth (2019) dentro de la Zona Sujeta a Conservación de los Ejidos de San Gregorio Atlapulco. Se señalan en rojo las zonas consideradas como TCRCD.

Por otro lado, las denuncias levantadas ante una institución gubernamental generalmente se acompañan de las coordenadas del sitio reportado, para así poder darles seguimiento; en muchos

casos, incluso con fotografías. Así que, para la obtención de registros oficiales, se solicitaron las denuncias interpuestas ante la PAOT, la Dirección General de Inspección y Vigilancia Ambiental (DGIVA) y a la SEDEMA, por medio del portal de InfoDF. Estas solicitudes resultaron infructuosas; sin embargo, retomando información de otras fuentes, como la PAOT (2010) y el sistema de Datos Abiertos del Gobierno de la CDMX se recabó información sobre reportes de TCRCD y sus respectivos datos geográfico. Así, la búsqueda manual de denuncias se logró a partir de lo siguiente:

- 1) Búsqueda de denuncias realizadas ante la PAOT, a través del Sistema de Atención y Seguimiento de Denuncias.
- 2) El estudio de PAOT (2010) del que se tomaron los datos de la ubicación de las denuncias registradas en la entonces Delegación de Xochimilco.
- 3) Revisión en el portal de Datos Abiertos del Gobierno de la CDMX sobre las denuncias realizadas por TCRCD hasta el año 2017.

En conjunto, la información georreferenciada tanto de TCRCD físicos como de sus denuncias a partir del año 2010 y hasta 2020, se utilizó para generar un mapa de localización multitemporal de esos tiraderos en la Alcaldía Xochimilco.

#### **7.4 Delimitación de componentes de análisis geoespacial en el área de estudio**

Para evaluar los posibles impactos que los TCRCD tienen sobre el entorno biofísico y social, se delimitaron unidades homogéneas de paisaje y polígonos de componente social, utilizando los elementos de la figura 7.4.

El paisaje, como variable del entorno natural, se caracterizó con la superposición (intersección) de mapas temáticos en QGIS 3.12, de acuerdo con la metodología planteada por Priego y colaboradores (2010). En este caso, debido a la disponibilidad de tiempo e información, se emplearon tanto mapas a escala local, como otros más generales, para la delimitación del paisaje del ANP. Se omitió la sección de morfometría porque en este sitio de estudio y las variaciones altitudinales y de pendientes son mínimas, por lo que esta capa se sustituyó por geomorfología, es decir, por el tipo de planicie del sitio.

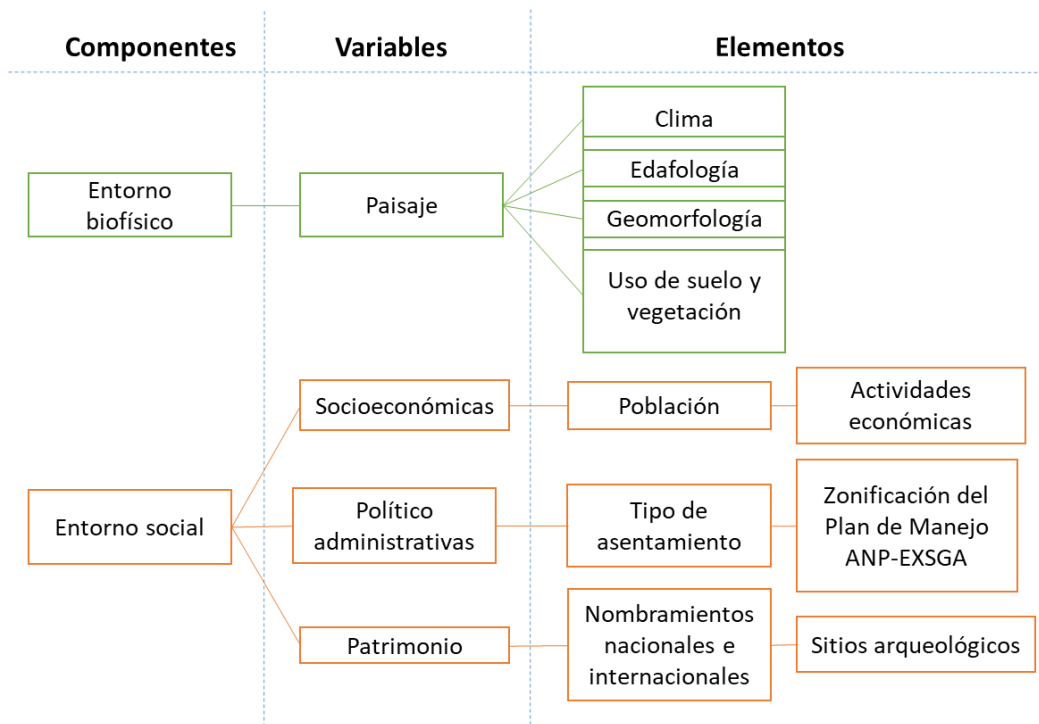


Figura 7.4. Selección de componentes para la determinación de unidades de paisaje y el entorno social del ANP-EXSGA

Para la caracterización del paisaje (figura 7.5), se utilizó el mapa de geomorfología 1:250,000 (CVCCCM, s.f.), edafología 1:50,000 (CVCCCM, s.f.) con base en la Carta edafológica de INEGI (1977), clima 1:20,000 (CVCCCM, s.f.) con base en GDF (2012) y, finalmente, el mapa de uso de suelo y vegetación (CVCCM, s.f.).

Por su parte, en la caracterización del entorno social (figura 7.6) se usó la zonificación del Programa de Manejo del ÁNP-EXSGA 1:55,000 (GOCDMX, 2018), el tipo de asentamiento (urbano o rural) y los poblados rurales, ambos del Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 2019), nombramientos nacionales e internacionales (GOCDMX, 2018; GCDMX, 2017; Pérez *et al.*, 2019), población del último censo poblacional (INEGI, 2010), actividades económicas (DENUE, 2019; Marco Censal Agropecuario, 2016) y sitios arqueológicos (Peralta-Flores, 2011; León-Soriano, 2015; González-Pozo, 2016).

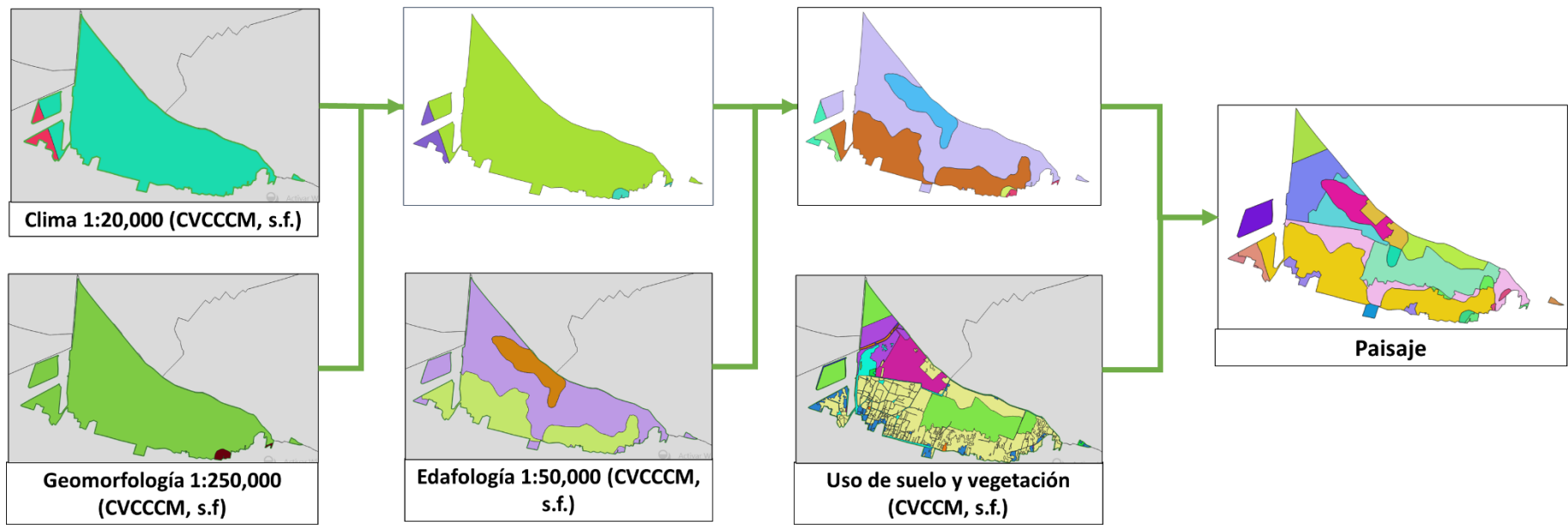


Figura 7.5. Superposición de mapas temáticos para la obtención de unidades de paisaje del ANP-EXSGA.

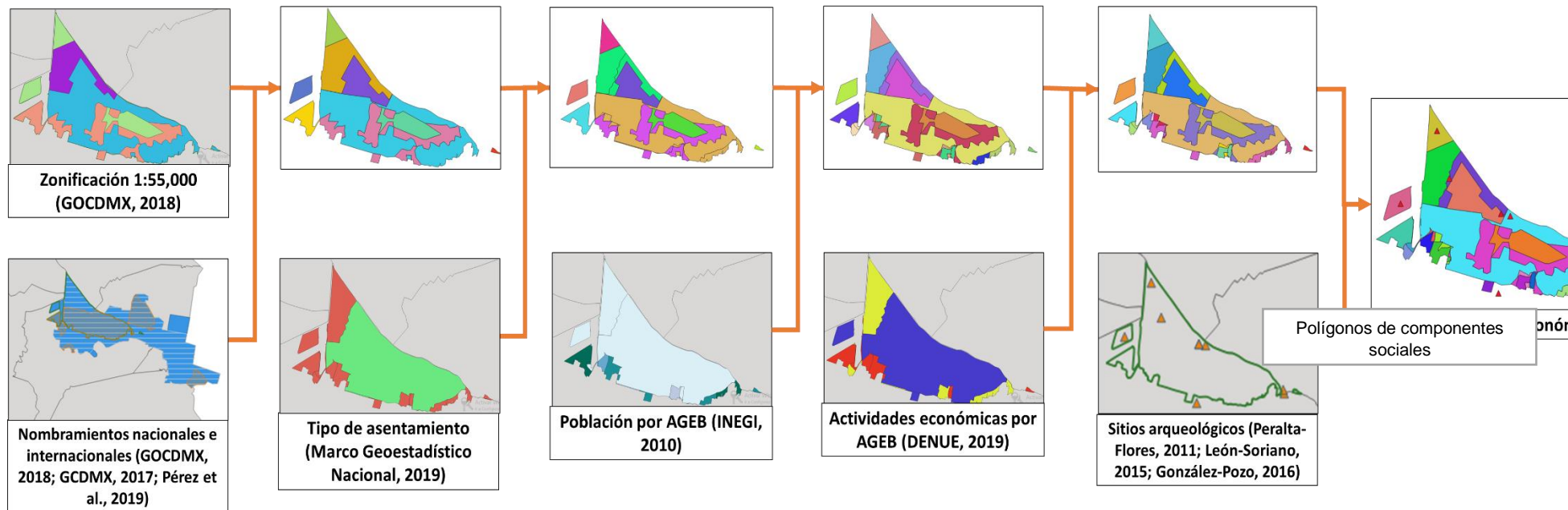


Figura 7.6. Superposición de mapas temáticos para la obtención de polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA

## 7.5 Determinación de impacto por TCRCD

Para crear un mapa de las zonas cuyos SE son más vulnerables ante el impacto de los TCRCD y una vez obtenidos las unidades de paisaje y polígonos de los componentes sociales, se empleó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) propuesto por Saaty (1977, 2008) y Saaty y Vargas (2012) (i.e. Tabla 7.1) para así generar una matriz de ponderación de pesos para cada uno de los elementos de las variables. Para asegurar la confiabilidad de dicha matriz, se requiere una cierta relación de consistencia:  $CR \leq 0.1$  indica que se trata de una matriz válida para el análisis. Esto implica que no hay sobreposición de valores y que cada uno de los elementos tiene un peso jerarquizado por encima del otro. En la tabla 7.1 se muestra que el mayor peso lo tiene el uso de suelo, ya que de él dependen los SE actuales que puede proveer el suelo, seguido de la edafología o tipo de suelo, luego la geomorfología y, finalmente, el clima.

Tabla 7.1. Ejemplo de AHP aplicado a las variables de unidades de paisaje

	'	'	'	'	Suma	'	'	'	'	Suma	Peso	Vector propio	Cociente	$\lambda$ máxima
<b>Geomorfología</b>	1	0.25	2	0.17	3.42	0.09	0.07	0.12	0.09	0.37	<b>0.09</b>	0.37	4.01	4.05
<b>Edafología</b>	4	1	6	0.50	11.50	0.35	0.29	0.35	0.28	1.27	<b>0.32</b>	1.29	4.05	
<b>Clima</b>	0.50	0.17	1	0.13	1.79	0.04	0.05	0.06	0.07	0.22	<b>0.06</b>	0.22	4.01	
<b>Uso de suelo</b>	6	2	8	1	17.00	0.52	0.59	0.47	0.56	2.14	<b>0.53</b>	2.17	4.06	
<b>SUMA</b>	11.50	3.42	17.00	1.79	33.71	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.05		
<b>IC</b>	0.01													
<b>CR</b>	0.01													

Una vez obtenidos los pesos de cada indicador se hizo una normalización de cada uno de los elementos de los indicadores por orden de impacto sobre los SE. Cada componente de las variables se muestra en la tabla 7.2.

Tabla 7.2. Pesos y valores para la determinación de impacto por TCRCD en las unidades de paisaje y polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA

	Indicador	Peso	Elemento	Valor normalizado
<b>Entorno biofísico</b>	Geomorfología	0.09	Planicie lacustre	3
			Planicie aluvial	1
	Edafología	0.32	Phaeozem háplico	3
			Phaeozem gleyico	2
			Solonchak mólico	1
	Clima	0.06	BS1kw(w), seco semiárido	3
			Cb(w1)(w), templado subhúmedo	1
	Uso de suelo y vegetación	0.53	Humedal	3



		Agricultura de temporal	3
		Agricultura de riego	3
		Cuerpo de agua	3
		Infraestructura y uso público	2
		Urbano	2
		Bosque inducido	1
		Pastizal	1
IC=0.016, CR=0.01, $\lambda$ max=4.05			
Entorno social	Zonificación	Protección	3
		Agricultura y chinampería	2
		Restauración	2
		Infraestructura y uso público	1
	Tipo de asentamiento	Rural	3
		Urbano	2
	Población	Muy baja	3
		Baja	2
		Media	1
		Alta	2
		Muy alta	3
	Actividades económicas	Primarias	3
		Secundarias	1
		Terciarias	2
	Nombramientos nacionales e internacionales	Monumentos Nacionales	3
UNESCO		3	
ANP		3	
RAMSAR		3	
FAO		3	
Sitios Arqueológicos	Presencia	3	
	Ausencia	0	
IC=0.01, CR=0.01, $\lambda$ max=6.08			

Para la determinación de impactos se empleó el método de Evaluación Multicriterio por combinación lineal ponderada, planteado por Eastman *et al.* (1995) y que fue retomado en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (GDF, 2000). En el presente estudio, el modelo no contempla restricciones, por lo que, para obtener el impacto, se emplea la ecuación 1.

$$\text{Ec. 1)} \quad I = \sum w_i x_i$$

Donde  $I$  es el impacto de los TCRCD sobre cada una de las unidades de paisaje y los polígonos de componentes sociales,  $W$  el peso de cada indicador  $i$  (i.e. geomorfología, edafología) y  $X$  el calificador de cada componente  $i$  de las variables.

Esto quiere decir que, por ejemplo, elementos de los indicadores del paisaje a escala regional, como el tipo de clima, son menos susceptibles de ser impactados por los TCRCD porque las actividades humanas puntuales (locales) requieren escalas de tiempo grandes para modificarlas (ver tabla 7.2).

Por su parte, los suelos pueden sufrir degradación física y química al alterar su cobertura y el aporte de elementos químicos o sufrir mayores consecuencias a causa de su susceptibilidad a hundimientos. Un ejemplo de degradación física sería la compactación, que implica la pérdida de la estructura natural del suelo y la disminución del volumen y tamaño de poros, así como el sellamiento, que es una forma de impedir que el suelo interactúe con otros componentes geosféricos importantes. Ambos disminuyen la capacidad del suelo para infiltrar y retener agua, sostener la vegetación nativa y, en general, para funcionar ecológicamente. Esta lógica de pensamiento se usó para cada uno de los indicadores del entorno social y natural.

Una vez calculados los valores de impacto de cada uno de los polígonos de entorno natural y social, se unieron a la capa de delimitación de polígonos de cada una. El resultado arroja la mayor probabilidad de impacto por TCRCD en los SE de esos polígonos al interior del ANP-EXSGA.

Por otro lado, se tomaron en cuenta los SE, de acuerdo con el uso de suelo en el que se encuentran en el ANP-EXSGA. Se presenta a continuación la tabla 7.3 con indicadores de impacto que se pueden determinar a partir de la localización y extensión de los TCRCD y la búsqueda de literatura. Sin embargo, para los fines de este trabajo, sólo se seleccionaron algunos.

De acuerdo con las entrevistas realizadas, la verdolaga es uno de los principales cultivos del Ejido, por lo que se usó información de la Estadística de Producción Agrícola 2018 (SAGARPA, 2018) para su cultivo, su rendimiento en toneladas por hectárea, así como su precio mensual en peso por tonelada dentro de la demarcación de Xochimilco. Estos datos están evaluados en la época otoño-invierno y primavera-verano, por lo que se realizó un promedio del rendimiento y precio. Se estimó un rendimiento mensual promedio de 14.29 ton/Ha con un valor de \$6065.82 pesos/ton (297.63 USD/ton). Estos valores son por temporada, es decir, por 6 meses. En la zona donde se ubican los más grandes TCRCD, las parcelas agrícolas de los ejidatarios miden aproximadamente 0.5 hectáreas

Por otro lado, Vela *et al.* (2012) estimaron que el área de Xochimilco tiene una alta capacidad de retener carbono orgánico, esto es de 100 a 150 Mg/ha (ton/ha) de carbono orgánico total (COS). Se usó el valor promedio de 125 Mg/ha para realizar los cálculos. El costo del secuestro de

carbono en el ANP-EXSGA se estimó a partir de World Bank (2020), con un valor para México de \$2 USD/ton CO<sub>2</sub>eq, con el tipo de cambio de 2020 en México por \$20.38 pesos mexicanos (Banxico, 2020). En lo sucesivo, este es el tipo de cambio que será utilizado en todas las equivalencias monetarias entre dólares americanos y pesos.

Por otra parte, por cada hectárea cubierta de la Ciudad de México, se dejan de infiltrar anualmente hasta 2,500 m<sup>3</sup> (GDF, 2011), consistente con los 2,880 m<sup>3</sup> sugeridos por Mereguildo (2018), por lo que se usó el promedio de ambas fuentes: 2690 m<sup>3</sup>/ha. Aquí se consideró también un consumo de agua promedio de un habitante de la Ciudad de México de 150 L/habitante/día (CONAGUA, 2018) con un costo al 2020 en pesos mexicanos de \$23.48 por m<sup>3</sup> de agua (CONAGUA, 2019), esto es \$1.15 dólares/m<sup>3</sup>.

Tabla 7.3 Servicios ecosistémicos del ANP-EXSGA y su posible afectación por TCRCD.

Tipo	SE	Zonificación del ANP-EXSGA	Posiblemente impactado por TCRCD	Indicador	Fuente
Soporte	Formación de suelo	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x	*	
	Biodiversidad de vertebrados (aves, anfibios, salamandras)	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x	*	
	Biodiversidad de plantas	Protección (humedal)	x	*	
Provisión				Parcelas agrícolas inhabilitadas (número de parcelas)	Mapa de localización de TCRCD
	Provisión de alimentos	Agrícola y chinampera	x	Producción de verdolaga perdida mensualmente (toneladas totales y en pesos) *	Estadística de Producción Agrícola 2018 (SAGARPA, 2018)
	Provisión de agua	ANP-EXSGA	x	Consumo de agua (L/persona/día)	CONAGUA, 2018
Regulación	Retención de contaminantes	Protección (humedal)	x	*	
	Regulación de plagas	Fauna		*	
	Captura de carbono	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	x	Captura de carbono (Mg/ha)	Vela <i>et al.</i> (2012)
	Infiltración	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	x	Infiltración (m <sup>3</sup> /ha)	Mereguildo (2018)
	Control de inundaciones	Agrícola y chinampera/protección (humedal)	x	*	

<b>Culturales</b>	Regulación del microclima	Protección (humedal)	x	*
	Turismo	Canales	x	*
	Actividades agroecológicas/comercio	Chinampas/humedal	x	*
	Patrimonio	ANP	x	*

\*No se propusieron indicadores para estos SE. \*\*considerando la verdolaga como un cultivo característico del Ejido de San Gregorio. Fuente: elaboración propia

## 7.6 Descripción y análisis del sistema socioecológico

En esta tesis se toman en cuenta la dimensión ambiental y social de los SSE, por ello, con base en el marco de SSE propuesto por McGinnis y Ostrom (2014) se determinaron los componentes involucrados con los TCRCD en el ANP-EXSGA.

Para la determinación de dichos componentes y las estrategias metodológicas de obtención de datos cuantitativos y cualitativos se utilizaron como guía los escritos de Delgado y Ramos (2015), Sánchez (2020), Castro (2019) y Leslie *et al.*, (2015), que ilustran cómo formalizar el marco de los SSE. A continuación, se desglosan los elementos elegidos para analizar el ANP-EXSGA por cada componente de primer y variable. Cada elemento se eligió también por la disponibilidad y el acceso a datos porque hay que tomar en cuenta que muchas de esas variables son descriptivas y ayudan a delimitar y caracterizar el SSE. Cuando los datos no están disponibles se pueden generar, en especial en el caso de la información sobre los actores y el sistema de gobernanza.

La descripción del SSE se realizó en función de las variables listadas en la tabla 7.4.

Tabla 7.4. Selección de variables y fuentes de información para el SSE del ANP-EXSGA

Componente	Variable	Elementos	Fuente		
<b>Entorno social, económico y político (ESEP)</b>	ESEP 1	Desarrollo económico	ESEP 1a	Actividad económica	INEGI (DENUE, 2019)
	ESEP 2	Tendencias demográficas	ESEP 2a	Número de habitantes	INEGI (Marco geoestadístico, 2019)
	ESEP 3	Estabilidad política	ESEP3a	Conflictos	Entrevista, bibliografía
<b>Sistema de recursos (SR)</b>	SR 1	Humedal	SR 1a	Clima	CVCCCM (s.f.)
			SR 1b	Geomorfología	CVCCCM (s.f.)
			SR 1c	Tipo de suelo	CVCCCM (s.f.)
			SR 1d	Uso de suelo	CVCCCM (s.f.)
	SR 2	Claridad de los límites del sistema	SR 2a	Límites antropogénicos	GOCDMX (2018), GCDMX, (2017), Pérez <i>et al.</i> (2019)
	SR 3	Tamaño del SR	SR 3a	Tamaño	GOCDMX (2018)

	SR 4	Infraestructura construida	SR 4a	Infraestructura para el procesamiento de RCD	Alcaldía de Xochimilco y Gobierno de la CDMX
	SR 5	Ubicación	SR 5a	Ubicación	GOCDMX (2018)
<b>Unidades del recurso (UR)</b>	UR 1	Valor económico	UR 1a	Valor de mercado	Catastro, Gobierno de la CDMX (2020)
<b>Actores (A)</b>	A1	Actores	A 1a	Actores sociales	Entrevista
			A 1b	Actores públicos	Entrevista
	A2	Ubicación	A 2a	Tipo de asentamiento	INEGI (Marco Geoestadístico Nacional, 2019)
	A3	Conocimiento del SSE	A 3a	Conocimiento de los SE	Entrevista
			A 3b	Conocimiento de consecuencias del mal uso	Entrevista
	<b>Sistema de gobernanza (SG)</b>	SG1	Organizaciones de gobernanza	SG 1a	Instituciones de gobierno
SG 1b				Organizaciones comunitarias	Entrevista
SG2		Sistemas de propiedad	SG 2a	Esquemas de tenencia de la tierra	INEGI (Marco Geoestadístico Nacional 2019; Marco Censal Agropecuario, 2016)
SG3		Reglas constitucionales	SG 3a	Marco legal y procesos de vigilancia y sanción	Leyes generales, leyes estatales, planes y programas

## 7.7 Entrevistas

La realización de entrevistas resulta fundamental para conocer a los actores, su punto de vista, su protagonismo y sus interrelaciones con otros en la problemática de RCD en la zona. Sin embargo, debido a las medidas de respuesta ante la pandemia de COVID-19 que implementaron las autoridades y ciudadanos todo el país, el alcance de esta investigación, en cuanto a la interacción con personas, se limitó a dos entrevistas presenciales, que a su vez sirvieron para el reconocimiento del sitio e instalaciones gubernamentales; en adición, se realizaron algunas entrevistas vía telefónica. El guión de preguntas que se siguió se puede encontrar en la sección de Anexos.

Durante el primer y el último trimestre del año 2020 realizaron entrevistas presenciales con dos ejidatarios de San Gregorio Atlapulco por separado. Por un lado, un representante del Comisariado Ejidal, el Sr. Esteban y, por otro, el Sr. Mario, ejidatario y chinampero. Como resultado de esas visitas, se hizo un reconocimiento del Ejido de San Gregorio Atlapulco y del

estado actual de los TCRCD, de la laguna de Conservación de flora y fauna, se trazó la historia del tiro de RCD en el ejido, así como sus percepciones y la facilitación de fotografías de la zona para ayudar a retratar la problemática de dichos tiraderos. *A posteriori*, se realizaron entrevistas telefónicas para corroborar información y dar seguimiento a las intervenciones que el Gobierno de la CDMX tuvo a bien realizar en relación con los TCRCD en el Ejido.

Asimismo, se realizaron dos breves visitas al almacén de RCD de la Alcaldía Xochimilco, conocido como “Almacén de la Noria” en las que se tomaron fotografías para conseguir una mejor visión del espacio disponible para realizar una propuesta de aprovechamiento del espacio, la primera en noviembre de 2020 y la segunda en junio de 2021. A ello se sumó una entrevista telefónica en diciembre de 2020 con el C. Luis Lorenzana, encargado de dicho almacén para verificar y ampliar la información que se tenía en cuanto al funcionamiento del almacén, los mecanismos por los cuales se colectan los RCD y la dinámica de aprovechamiento de estos en Xochimilco. A partir de ellas se realizó el diagrama de flujo de la colecta y almacenaje de RCD en la Alcaldía, así como la propuesta para la reutilización.

# Capítulo 8

## Resultados y discusión

### 8.1 Localización de TCRCD en el ANP-EXSGA

Se identificaron un total de 116 TCRCD dentro de los límites del ANP-EXSGA (tabla 8.1). En el área se pueden distinguir tres agrupamientos de TCRCD principales: al norte, dos en zona rural, en el Ejido de San Gregorio Atlapulco, y uno al sudoeste en la zona urbana de Toltenco (figura 8.1). De la búsqueda manual de TCRCD en imágenes satelitales resultaron un total de 90, de los cuales 40% se encuentran en zona urbana, mientras que el resto se dividen en zona agrícola y el humedal, respectivamente con 37 y 17 TCRCD en total.

Por su parte, de los TCRCD y denuncias encontradas, aproximadamente el 90% y el 65%, respectivamente, se localizan al interior del ANP-EXSGA. Se encontraron más denuncias de manera manual (18), que en el resto de las fuentes de datos (16); estas están en su totalidad ubicadas dentro de la poligonal del ANP. Esto muestra que los reportes públicos de actividades clandestinas de descarte de RCD no muestran en realidad la problemática que enfrenta esta zona de conservación, porque da la impresión de que se excluye el ANP de los reportes.

En cuanto a la superficie total que ocupan, los TCRCD abarcan aproximadamente 72 hectáreas de toda el ANP-EXSGA, principalmente del Ejido de San Gregorio, ubicado al norte del ANP-EXSGA (figura 8.1). En esta misma área, a un lado del Canal El Japón, se encuentran los más extensos, por ejemplo, el mayor de todos tiene una extensión de cerca de 32 hectáreas, lo que representa 64 parcelas ejidales destinadas a la agricultura según la zonificación del plan de manejo del ANP-EXSGA.

De estos resultados se puede afirmar que los TCRCD en el ANP-EXSGA se dividen en dos: por un lado, los que se ubican en zona urbana y, por otro, los que se localizan en zona rural (agrícola y destinada a la conservación).

Tabla 8.1 Localización de TCRCO y denuncias

Zona	Número total de TCRCO	Localizados en el ANP-EXSGA	Fuente
Alcaldía Xochimilco	15	4	PAOT (2010)
ANP-EXSGA	90	90	Búsqueda manual
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>94</b>	
<b>Número total de denuncias por TCRCO</b>			
Alcaldía Xochimilco	4	3	PAOT (2010)
Alcaldía Xochimilco	12	1	GCDMX (2017)
ANP-EXSGA	18	18	Búsqueda manual
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	

Los TCRCO rurales más extensos se ubican principalmente en zonas con baja o nula población, como en el caso del norte y suroeste del Ejido de San Gregorio. En él, el uso habitacional está prohibido porque se localiza dentro de la zonificación de agricultura de temporal y la zona de protección (a un lado de la laguna), lo que lo ha hecho un terreno muy extenso y poco transitado, ideal para el depósito irregular de RCD de los alrededores de toda la CDMX. De acuerdo con los ejidatarios entrevistados, la actividad ilegal comenzó a reactivarse aproximadamente en el año 2014, pero existen TCRCO cercanos a la laguna de protección de flora y fauna desde el terremoto de 1985. Desde entonces se presentó resistencia por parte de los ejidatarios, pero ha habido una limitada intervención por parte de las autoridades. El volumen de estos tiraderos no se puede estimar, debido a las condiciones de hundimiento que hay en la zona, que permiten el relleno constante del terreno.



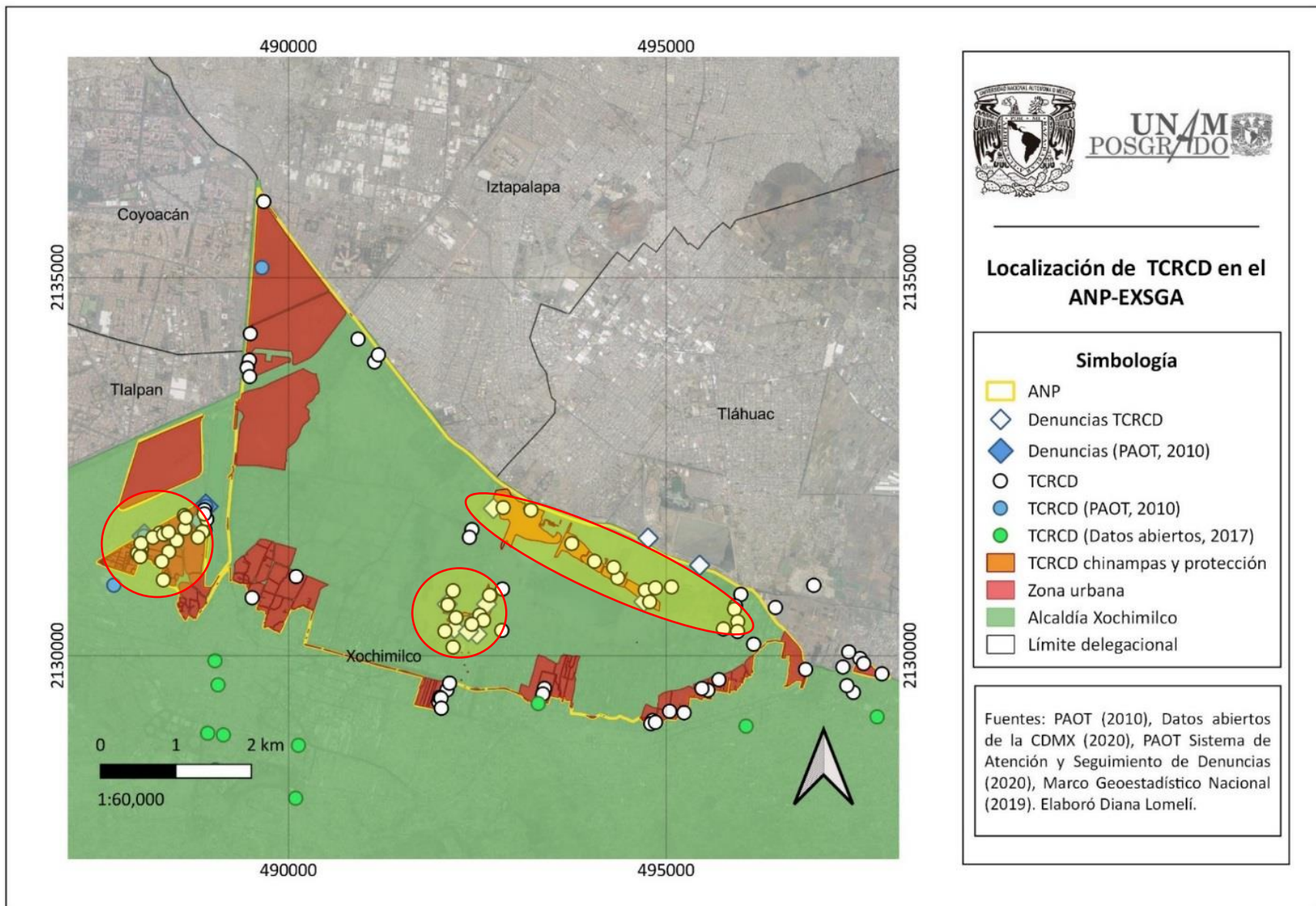


Figura 8.1. Localización de TCRCD y denuncias ante PAOT y el GCDMX. Los círculos amarillos con borde rojo indican los agrupamientos de TCRCD en el área. Fuente: elaboración propia

Por su parte, cuando una persona o grupo de personas genera un volumen pequeño de RCD en la Alcaldía de Xochimilco, las posibilidades de desecharlo se limitan a tirarlo en los canales, dejarlo en vía pública o en propiedad ajena y/o que se lo lleven los camiones (Ruizpalacios, 2019). La realización de estos últimos sólo se puede dar en el ámbito de la urbanidad, donde existe la prestación de servicios públicos, como la colecta de residuos. Es por ello que los TCRCD urbanos más cercanamente agrupados se localizan en el suroeste del ANP-EXSGA, en una zona conocida como Toltenco que está sujeta a altas presiones por la expansión urbana (Villegas, 2018). Ahí, la PAOT (2008) ya había descrito la problemática de los TCRCD para rellenar canales para convertirlos en calles y, posteriormente, en terreno para la construcción de AHI. En ese sentido, los TCRCD tienen el propósito de cambiar el tipo de uso de suelo, es decir, tienen la intención de funcionar como un medio para la apropiación informal del territorio. Posiblemente, estos rellenos se hacen con RCD generados de manera local y que no requieren de grandes costos de transportación y manejo.

De los resolutivos de las denuncias y de la localización de TCRCD en el ANP-EXSGA se pueden notar las siguientes situaciones:

- Los TCRCD ubicados en las zonas urbanas son abundantes, se ubican en lugares puntuales con extensiones rara vez superiores a los 50 m<sup>2</sup>.
- Los TCRCD urbanos sobre la vía pública no son permanentes en el tiempo.
- En lugares donde la población aumenta a causa de la expansión urbana, específicamente se usan los RCD como medio para el cambio de uso de suelo y el establecimiento de AHI.
- Los TCRCD ubicados en la zona de protección no son tan numerosos, pero cubren varias hectáreas de terreno y son los que han permanecido por más tiempo.
- Se utilizaron RCD bajo la supervisión de las autoridades para nivelar el terreno del Ejido de San Gregorio Atlapulco afectado por los hundimientos.
- El Ejido de San Gregorio Atlapulco es el más impactado por los TCRCD debido a las grandes extensiones que ocupan los mismos.
- Muchos de los TCRCD datan de principios de los años 2000, pero se han intensificado en los últimos años.
- La edad de los tiraderos varía.
- Las composiciones de los RCD vertidos en vías públicas y terrenos de propiedad privada varían, pero predomina el escombros, tabiques, grava y bloques de concreto.

- En la zona de conservación predominan los depósitos de escombros, ladrillo, cerámicos, grandes bloques de concreto y rocas, así como tierra producto de excavación. Todo ello mezclado y aplanado sobre el terreno, generalmente.

Una caracterización general de los tipos de TCRCD localizados se presenta a continuación (tabla 8.2).

Tabla 8.2. Caracterización de TCRCD en el ANP-EXSGA. Fuente: elaboración propia

	Zona rural	Zona urbana
<b>Abundancia</b>	Alta	Alta
<b>Extensión</b>	≥50 m <sup>2</sup>	Puntuales
<b>Población</b>	Baja	Alta
<b>Principal zona de afectación</b>	Ejido de San Gregorio Atlapulco	Toltenco
<b>Temporalidad</b>	Permanentes desde 1985 y a partir del año 2000	Variable
<b>Composición</b>	Escombros, asfalto, material de excavación	Mixta, primordialmente escombros

## 8.2 Descripción y análisis del sistema socioecológico

A continuación, se presenta la descripción de los componentes ambientales, sociales, políticos y económicos de la zona de estudio, en relación con la presencia de TCRCD.

### 8.2.1 Entorno social, económico y político

En este apartado se describen las variables económicas y demográficas del sitio de estudio (tabla 8.3). Asimismo, se relatan algunos de los conflictos que se han presentado a raíz de la presencia de TCRCD en la zona.

Tabla 8.3. Descripción de variables económicas y demográficas del ANP-EXGA

Elementos	Descripción
Actividades económicas Figura 8.2	Las actividades económicas primarias cubren la mayoría del territorio. Esto es actividades agrícolas y de conservación del entorno natural, que se desarrollan en la zona chinampera y la que está dedicada a la agricultura de temporal, principalmente en el Ejido de San Gregorio Atlapulco.  En cuanto a las actividades secundarias destacan las industriales y de manufactura, como la fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza, la fabricación de

muebles y la elaboración de derivados y fermentos lácteos. Se localizan especialmente en las AGEBs del sur del ANP, en la zona de Toltenco.

Las actividades terciarias más representadas se ubican al norte del ANP y están relacionadas con el mercado de plantas de Cuemanco. Entre ellas se encuentran:

- 1) el comercio al por menor de plantas y flores naturales (AGEB 1277)
- 2) el comercio al por menor de otros artículos para la decoración de interiores (AGEB 1277)
- 3) los servicios recreativos prestados por el sector privado (AGEB 52)

---

Número de habitantes Figura 8.3	En los poblados rurales la población va de 1 a 94 habitantes, mientras que en las AGEB urbanas de 6 a 5295 (INEGI, 2019)
------------------------------------	--

---

Los conflictos en la zona más relevantes al momento son:

Conflictos

1) El abandono de los platós de grabación de series televisivas que se rodaron en el Ejido de San Gregorio Atlapulco en los años anteriores. Dichas construcciones permanecen en el ejido. Los ejidatarios han interpuesto amparos por incumplimiento de contrato para obtener una indemnización por el uso del terreno, sin que, hasta ahora, se haya logrado que procedan para restaurar el espacio.

2) La construcción de un puente vehicular propuesto por el gobierno de la CDMX en el que se pretende "reubicar" un fragmento del humedal remanente que conectaba subterráneamente las dos porciones del ANP-EXSGA divididas por los carriles de Av. Periférico.

3) En 2019 se capturó al "Ojos", cabeza del Cartel de Tláhuac. Presuntamente, el TCRCD localizado en el Ejido de San Gregorio era operado por dicho Cartel, por lo que los ejidatarios se vieron algunas veces amedrentados con armas de fuego.

---

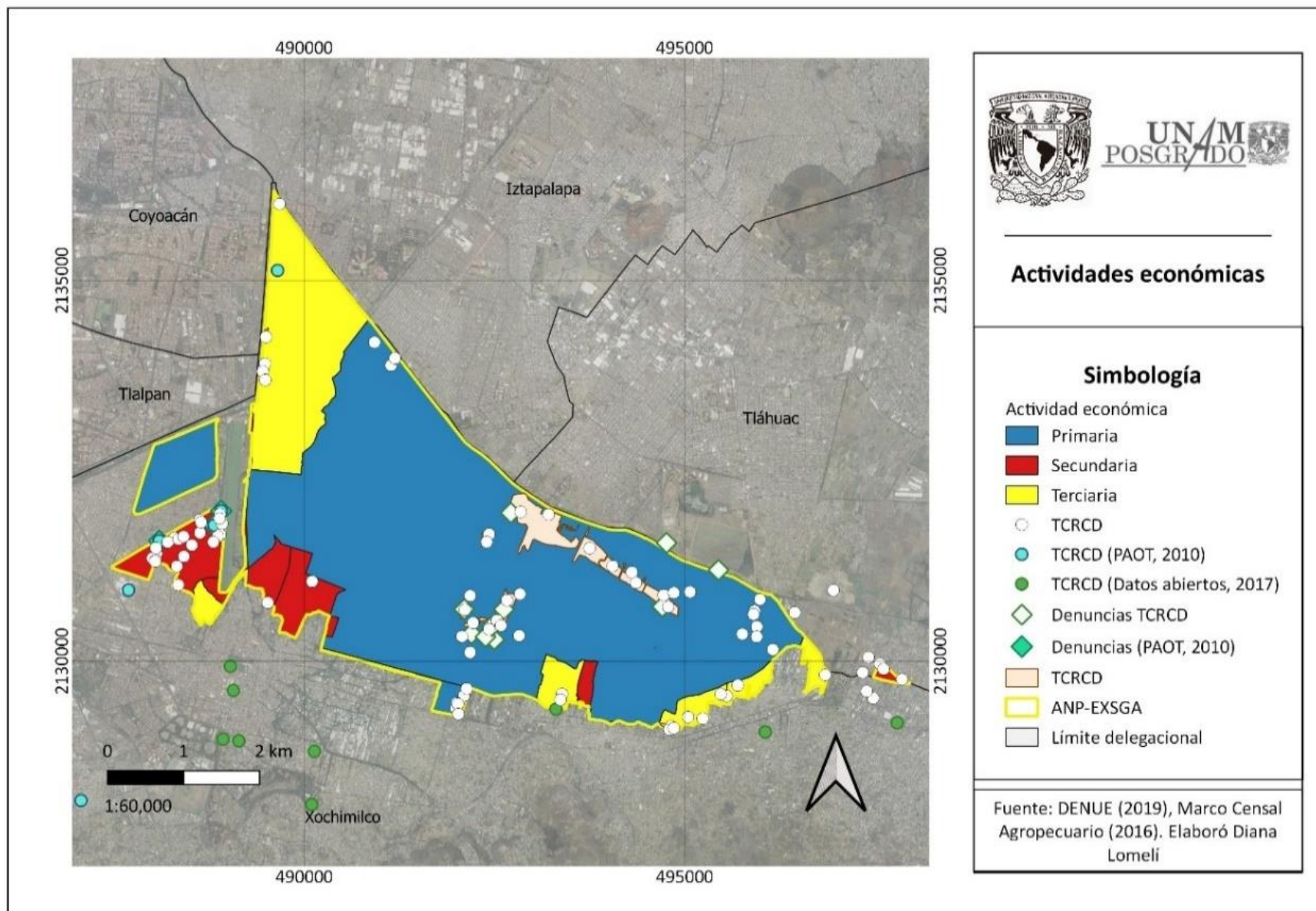


Figura 8.2. Actividades económicas del ANP-EXSGA y su relación con los TCRCD. Elaboración propia



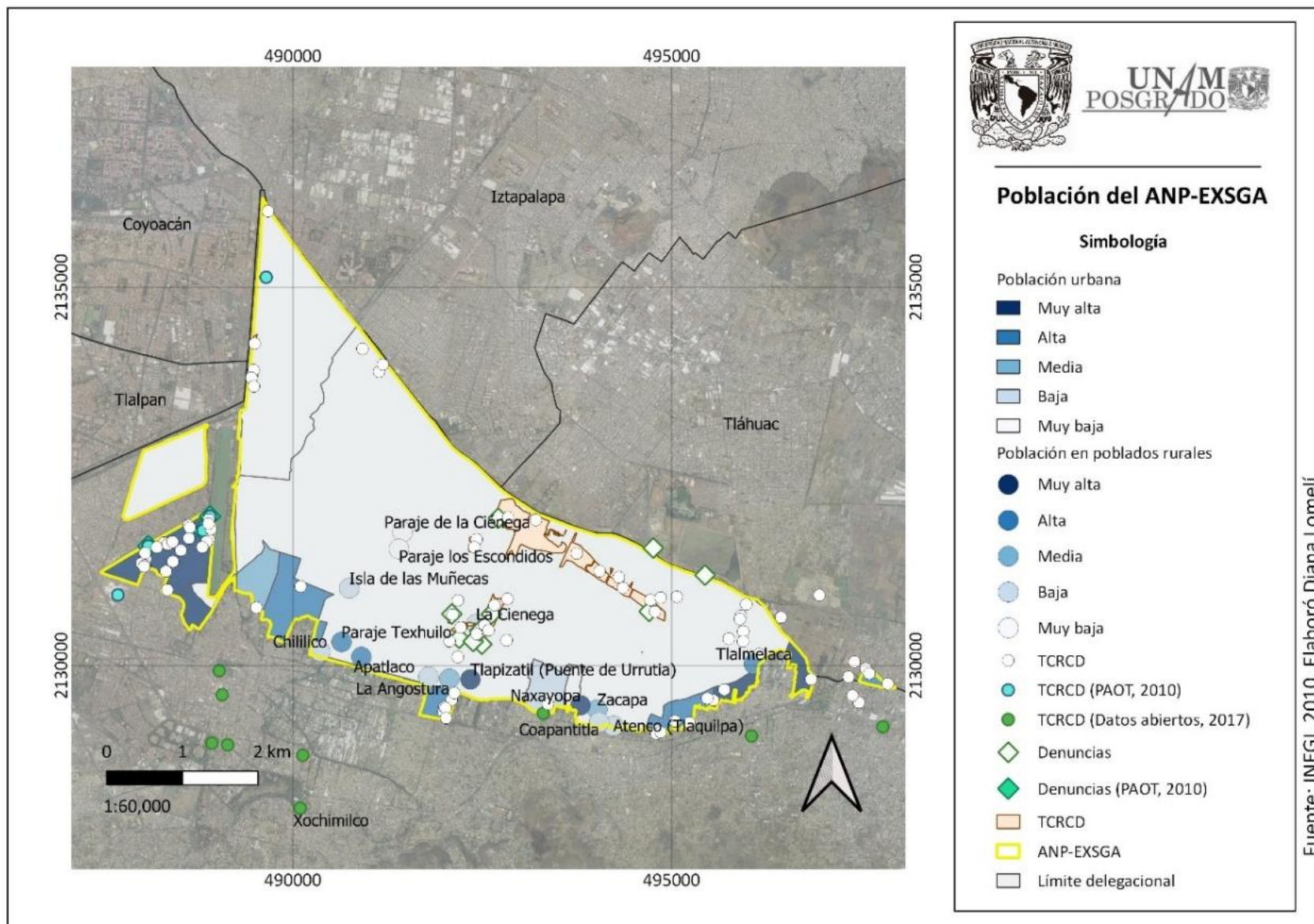


Figura 8.3. Número de habitantes del ANP-EXSGA y su relación con los TCRCD. Elaboración propia

Tomando en cuenta la distribución de los elementos demográficos y económicos, se ha hecho evidente que los patrones de presencia de los TCRCD en el área se presentan principalmente en dos zonas en función de la conjugación de dos elementos:

- 1) actividades económicas secundarias en las AGEBs más densamente pobladas, al suroeste del ANP

En la zona donde se ubican estos TCRCD está ocurriendo un proceso de urbanización, que implica la transformación de chinampas en sitios de vivienda irregulares. La existencia de asentamientos humanos irregulares (AHI) en toda la Alcaldía de Xochimilco ha sido documentada ampliamente, por ejemplo, de los 835 AHI en el SC, 300 de los cuales se encuentran en Xochimilco (GDF, 2005; PAOT, 2010b), esto representa más del 35% en un área pequeña en comparación con el SC del sur de la CDMX, que incluye a las alcaldías más extensas, como Milpa Alta y Tlalpan.

La presencia de abundantes TCRCD no sorprende porque desde hace más de una década se reportó el relleno de canales con esos fines (PAOT, 2008). Este fenómeno se retroalimenta positivamente con el arribo de nuevos pobladores en un espacio como Toltenco que está completamente sometido a la presión de la expansión urbana circundante. En otro reporte de la PAOT (2015) se concluye que en dicha zona los AHI son uno de los factores principales del relleno de canales con cascajo. Según la misma fuente, el establecimiento de asentamientos humanos comenzó aproximadamente en 2008, pero se intensificó entre 2009 y 2014.

Los AHI en el SC son el resultado de procesos administrativos complejos que incluyen una falta de coordinación entre instituciones de gobierno, una regulación y planeación conflictiva en términos de uso de suelo y, por supuesto, la insuficiencia del cumplimiento de las políticas de planeación (Wigle, 2014). Estos procesos se evidencian en el ANP-EXSGA por la superposición de reglas administrativas de orden local hasta internacional.

- 2) actividades económicas primarias en la zona rural, donde el número de población es mucho menor en relación con las áreas circundantes que están más urbanizadas.

Una gran cantidad de TCRCD de gran tamaño se localiza al norte del ANP, en lo que hoy son los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Estos son espacios no habitacionales, porque se ubican dentro del polígono de conservación, por lo que estos terrenos están dedicados a la protección de la flora y fauna asociada a la laguna, rodeada

de parcelas de vocación agrícola de temporal. En consecuencia, son espacios abiertos de gran extensión donde el tránsito de personas se ve reducido a los ejidatarios que todavía se dedican a trabajar sus parcelas, esto es poco más del 5% de los ejidatarios, según lo que ellos mismos comentan.

Estas condiciones al norte del ANP-EXSGA son similares a las encontradas por Jordá y colaboradores (2014) en la región de Andalucía, España, donde más del 60% de los TCRCO se encontraban en zonas rurales donde hay una actividad agrícola inactiva y cuya densidad poblacional era menor a la media.

### *Conflictos*

En cuanto a los conflictos en la zona, en 2019 y 2020 se dio a conocer la filmación de dos series televisivas en el Ejido de San Gregorio Atlapulco. Ambas son series que pretendían retratar de manera fiel la vida de la antigua Tenochtitlan, por lo que se eligió el único remanente del lago en la CDMX: el ANP-EXSGA.

La primera de ellas, *Hernán*, se estrenó a finales de 2019 a través de *streaming* por Amazon Prime Video y fue una producción conjunta de Dopamine (de Grupo Salinas) y la productora española Onza Entertainment (Pantoja, 2019). Dicha producción fue ampliamente criticada después de que se dio a conocer que las casas productoras no contaban con los permisos necesarios para realizar sus actividades, que resultaron en importantes afectaciones ambientales para la flora y fauna del Ejido, derivadas de la construcción y abandono de los *sets* de grabación. Algunos ejidatarios (com. pers. febrero 2020) afirman que no se les consultó la instalación de dichas construcciones y que, por el contrario, algunos otros habían recibido una suma de dinero por única ocasión para no oponerse a la filmación.

Posterior a ello, las autoridades ambientales de la CDMX, la PAOT y la SEDEMA, intervinieron solicitando el retiro de las “réplicas de recintos prehispánicos, un canal artificial, zona de camerinos y oficinas, estacionamiento, casetas de vigilancia y baños portátiles que fueron usados durante unos tres meses por cientos de actores y trabajadores de la producción” (Pantoja, 2019). Los resolutivos de la demanda por daño ambiental interpuesta a través de la PAOT (RES-019-553- SPA-333) dieron como resultado la emisión de una sanción económica de 14 millones de pesos, misma que a la fecha no ha sido pagada, ni ninguna acción de levantamiento de los remanentes de la producción ha sido realizada para resarcir los daños ambientales en la zona.



La segunda serie, Mexica, una producción de Steven Spielberg, tenía también intenciones de establecerse en las inmediaciones del Ejido durante sus grabaciones en el año 2020, sin embargo, no llegó a filmarse debido a la pandemia de COVID-19. Recientemente se anunció su cancelación definitiva.

Por otro lado, en el último año se ha gestado una importante resistencia de pobladores y pueblos originarios de Xochimilco con respecto a la construcción de un puente vehicular sobre Av. Periférico a la altura de Cuemanco. Esta avenida tan importante para los capitalinos divide el vaso regulador de la Ciénega Grande del resto del ANP. Esta iniciativa es impulsada por el Gobierno de la CDMX con el fin de disminuir el tráfico, a pesar de remover los remanentes de humedal en el camellón, bajo el alegato de que se cuenta con la adecuada autorización en materia de impacto ambiental (SEDEMA, 2020<sup>o</sup>). Algunas de las medidas de mitigación y compensación de impacto incluyen “la restauración y mejoramiento del humedal artificial creado como vaso regulador”, que se mencionó anteriormente, y la restitución del arbolado de seis a uno, bajo la promesa de incrementar la biodiversidad y la llegada de aves migratorias (SEDEMA, 2020<sup>o</sup>).

Por su parte, la mayor resistencia ante dicha intervención del humedal remanente es la Coordinación de Pueblos, Barrios Originarios y Colonias de Xochimilco, en conjunto con otros colectivos y sectores de la población de la CDMX. La primera ha comunicado a través de su página de *wordpress* que especialistas aseguran que el distribuidor vial impulsará la urbanización de los remanentes del humedal xochimilca; además, se asevera que no se cuenta con una evaluación de impacto ambiental adecuada debido a que no se tomaron en cuenta las especies de la zona, entre las que se encuentran varias consideradas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Hasta el 24 de abril de 2021 se esperaba aún el resolutive de los amparos interpuestos para la cancelación definitiva de los trabajos en obra.

Por último, pero no menos importante, el origen del TCRCD en el Ejido tuvo lugar a partir del 2014 y se acrecentó con algunos de los RCD generados en el terremoto del 19 de septiembre de 2017, aunque fuentes oficiales (Instituto de Investigaciones Legislativas, s.f.) aseguran que esos residuos se recuperaron y se dispusieron en alguno de los depósitos emergentes de Morelos o Puebla. Como antecedente del vertimiento de RCD en la zona está el terremoto de 1985, desde entonces (35 años) hay parcelas que se abandonaron por no poder utilizarse por el gran tamaño de los materiales depositados. En entrevista con los

ejidatarios se aseguró que el Gobierno prometió desde entonces el retiro del cascajo, pero hasta la fecha no ha habido intervención. El abandono de las parcelas ha ido incrementando con el tiempo, por lo que hay cada vez una menor afluencia de personas que vigilen el estado de las parcelas y los accesos. Estas condiciones permitieron que a partir de 2018 se acrecentaran los ingresos de camiones de volteo con cascajo al interior del Ejido, a cambio de una cuota menos a la que se pagaría en un depósito autorizado. Los entrevistados reportan que entraban hasta 30 camiones de volteo ( $\geq 5m^3$ ) por hora, tanto de día como de noche, por un pago de entre \$500 y \$1000 pesos, aproximadamente USD \$24-50. Debido a algunos comentarios de ejidatarios entrevistados, esta autora no descarta que una parte de esos ingresos también pasara por las manos de algunos miembros del Comisariado Ejidal o los ejidatarios mismos, para atenuar conflictos internos y no pedir la intervención de las autoridades. Los RCD depositados, en muchos de los casos, se redistribuyeron y aplanaron con maquinaria que también accedió de manera ilegal. Esto sirvió para nivelar los caminos y facilitar el acceso del transporte de carga a otras zonas del Ejido.

Hasta ahora, se sabe que el control de dichos TCRCO operó a manos del crimen organizado, específicamente del Cartel de Tláhuac, aunque también ha habido la participación de la Confederación Libertad. Trabajadores de México, mejor conocido como Sindicato Libertad (com. pers. noviembre 2020; Martínez, 2018; Pantoja, 2020). Con el tiempo y la omisión de ejidatarios y autoridades, el grupo ganó más poder, el suficiente para el despliegue de personas armadas en el Ejido, quienes amedrentaban a los agricultores (com. pers. febrero 2020). De acuerdo con los entrevistados, a finales de 2019 se intervino la zona intervenida por el crimen organizado por medio del Gobierno de la Alcaldía de Xochimilco y el alcalde José Carlos Acosta. Para ello se desplegó un operativo en donde estuvo involucrada la policía; con esta intervención se logró la expulsión de los grupos que controlaban el tiradero. Posterior a ello, se construyeron y reforzaron los dos accesos al Ejido, uno por Av. Tláhuac y el otro por el paraje de Caltongo; en ambos hay permanentemente una persona que vigila la entrada y salida de personas.

La expulsión de los grupos que controlaban el TCRCO fue un acierto, pues restauró un poco de la confianza de los tenientes de la tierra en las autoridades, en particular en el Gobierno de la Alcaldía de Xochimilco. No así con otras autoridades capitalinas en materia ambiental como CORENADR (Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural), PAOT o, en general, la solución del problema de seguridad por medio de la SSP (Secretaría de

Seguridad Pública). Sin embargo, detener el tiradero no significó la intervención para la restauración del ecosistema, ni para el retiro o tratamiento de los RCD.

### 8.2.2 Sistema de recursos

El ecosistema del humedal puede describirse en términos de sus componentes biofísicos, en este caso, la geomorfología, el clima, la edafología o tipo de suelo, así como el uso de suelo y vegetación.

En la tabla 8.4 se muestra la superficie del ANP-EXSGA cubierta por cada uno de esos componentes biofísicos, así como el porcentaje del ANP que representan.

Tabla 8.4 Cobertura de cada componente biofísico en el ANP-EXSGA.

Componente	Elemento	Superficie (ha)	Superficie del ANP-EXSGA (%)	Superficie total (ha)
Geomorfología	Planicie lacustre	2387.11	99.14	2407.8
	Planicie aluvial	20.71	0.86	
Edafología	Phaeozem háplico	1383.564	57.46	
	Phaeozem gleyico	789.889	32.81	
	Solonchak mólico	234.373	9.73	
Clima	BS1kw(w), seco semiárido	2339.05	97.14	
	Cb(w1)(w), templado subhúmedo	68.77	2.86	
Uso de suelo y vegetación	Humedal	581.264	24.14	
	Agricultura de temporal	264.801	11.00	
	Agricultura de riego	1101.015	45.73	
	Cuerpo de agua	154.455	6.41	
	Infraestructura y uso público	193.227	8.03	
	Urbano	89.808	3.73	
	Bosque inducido	14.42	0.60	
Pastizal	8.835	0.37		

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, la geomorfología describe tanto las formas del relieve dominantes como los procesos que las originaron en una región, incluyendo la actividad humana (Lugo, 2011). En el caso del ANP-EXSGA, existen dos geomorfologías dentro de la poligonal: 1) planicie aluvial y 2) planicie lacustre. La primera cubre una extensión de poco más de 20 ha, mientras que la segunda es la que predomina con 2387 ha, lo que representa el 99% de la superficie del ANP (figura 8.4).

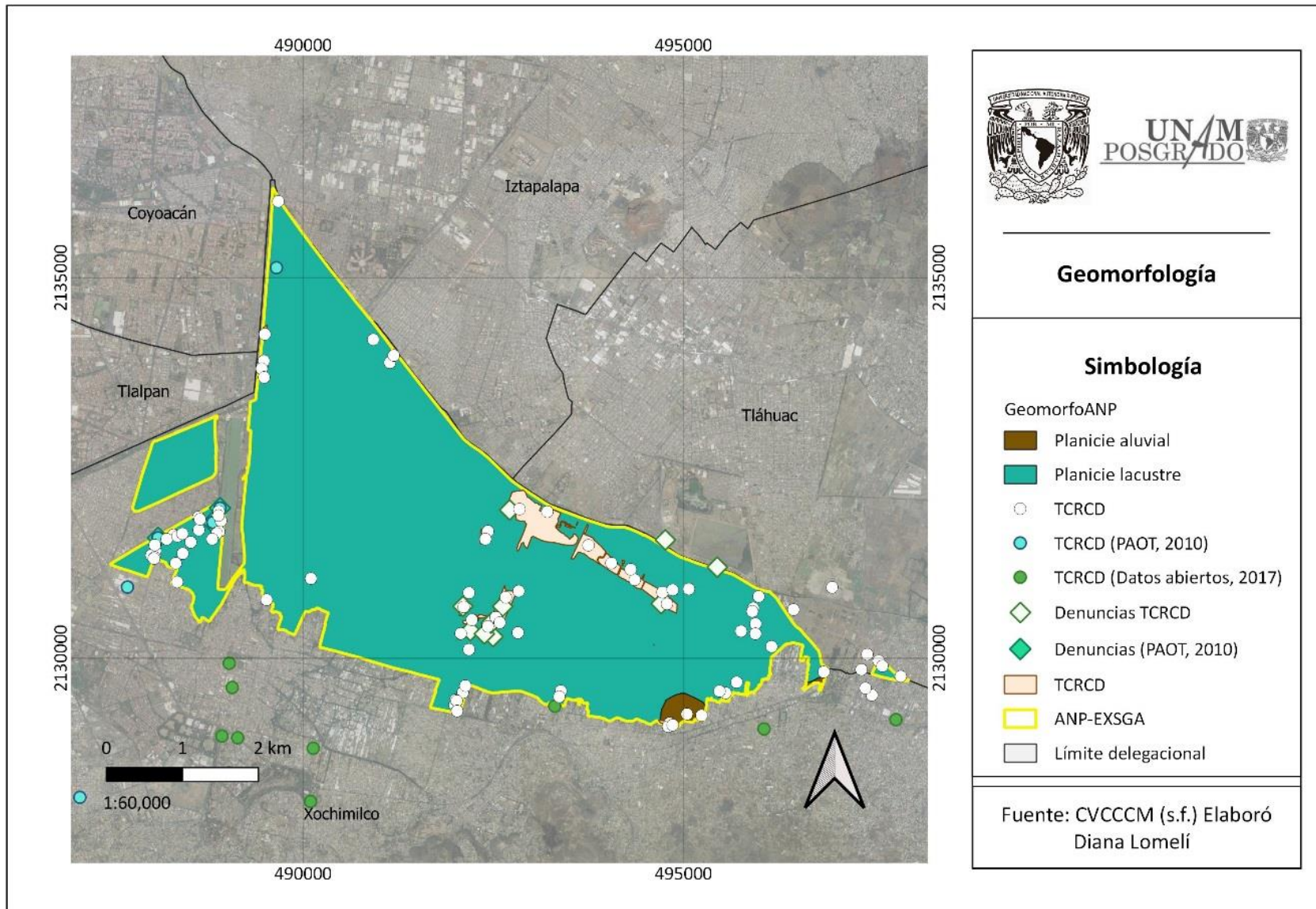


Figura 8.4. Geomorfología del ANP-EXSGA.

Fuente: elaboración propia

La planicie aluvial se puede definir como una llanura o terraza acumulativa fluvial de sedimentos derivados de la acumulación por inundación y con una inclinación muy débil (Lugo, 2011). En este caso se ubica al sureste, donde se encuentran los escurrimientos del arroyo Santiago y el de Tepapantla, originados por el cambio orográfico de la parte sur de la Alcaldía. En esa zona se alcanzan hasta los 3000 msnm debido a su ubicación en las faldas del Chichinautzin, seguido de cotas altitudinales de 2800 a 2400 asociadas a los volcanes Tzompole, Teuhtli y Teoca (López-Ramírez *et al.*, 2015).

La planicie lacustre, que cubre la mayoría de la superficie del ANP, se refiere a una superficie horizontal generada por depósitos exógenos y se encuentra principalmente cubierta por lo que es hoy el Lago de Caltongo y toda la zona chinampera de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, sobre una cota de 2240 msnm (López-Ramírez *et al.*, 2015). En dicha zona predominan los sedimentos arcillosos intercalados con arenas de grano fino; la formación geológica de la región lacustre se originó a partir de vasos lacustres, lacustres salinos y lacustres de piso rocoso de finales del terciario superior y principios del cuaternario que le dio origen (López-Ramírez *et al.*, 2015).

Como se puede observar en la figura 8.9, prácticamente todos los TCRCD se localizan sobre el terreno lacustre del ANP. Según un estudio realizado por la PAOT en 2010, la mayor afectación de los TCRCD en cauces, SC, humedales y manantiales de la CDMX es la pérdida de la infiltración de agua pluvial y la recarga de acuíferos, por medio del azolvamiento y la pérdida de profundidad, que pueden tener otras consecuencias, como el aumento de la temperatura, la evaporación y la disminución del oxígeno disuelto en cuerpos de agua, así como el cambio de la química del agua por acción de los lixiviados de los RCD.

Además, en 2012 la PAOT realizó un estudio sobre las tendencias de hundimiento en el ANP-ESGA. De dicho estudio se puede aseverar que los hundimientos de la zona lacustre derivan, en buena medida, de la desecación del lago y la extracción de agua de pozo. Los principales escenarios de riesgo por hundimiento son especialmente en el Ejido de San Gregorio Atlapulco, especialmente localizados al sur y al oeste de la laguna de conservación de flora y fauna, aunque se estimó también como una posibilidad el hundimiento de la zona norte del Ejido, donde se ubican los TCRCD (figura 8.5). En la figura, se muestra que las incidencias están principalmente sobre la zona oeste y sur del lago generado por el hundimiento; mientras que los efectos se muestran con flechas, como sigue: avances previstos confirmados (verde); detención no prevista (rojo) y avances no



previstos (amarillo). El estudio se realizó poco tiempo antes de la nueva invasión para la disposición de RCD en el Ejido, por lo que las consecuencias de los TCRCO no se consideraron.

Los RCD son materiales muy densos (el concreto más de  $2000 \text{ kg/m}^3$  (PAOT, 2010)), por lo que la presión que ejercen sobre terrenos poco firmes como los de la planicie lacustre del ANP-EXSGA, empeoran las condiciones de hundimiento de la zona. En palabras de los ejidatarios (com. pers., 2020): “los camiones llegaban a tirar aquí el cascajo y al otro día ya se había ido todo para abajo, se lo tragaba la tierra. Por eso seguían viniendo.” Esto confirma la predicción de la PAOT (2012) sobre el riesgo de hundimiento en la zona norte del Ejido.



Figura 8.5. Avance de las zonas sujetas a hundimiento e inundación en el ANP-EXSGA previsto en el diagnóstico 2002 del INECOL  
Fuente: PAOT (2012)

En segundo lugar, el ANP-EXSGA tiene un clima seco semiárido en más del 97% de su superficie, mientras que el resto corresponde a un clima templado subhúmedo en la parte oeste (figura 8.6). La temperatura en el primero oscila entre los  $18$  y  $22^\circ\text{C}$ , con lluvias en verano; en el caso del templado subhúmedo, las temperaturas van de los  $12$  a los  $18^\circ\text{C}$ , con un promedio de  $16.2^\circ\text{C}$  y lluvias de hasta  $700 \text{ mm}$  anuales (SPC, 2014).

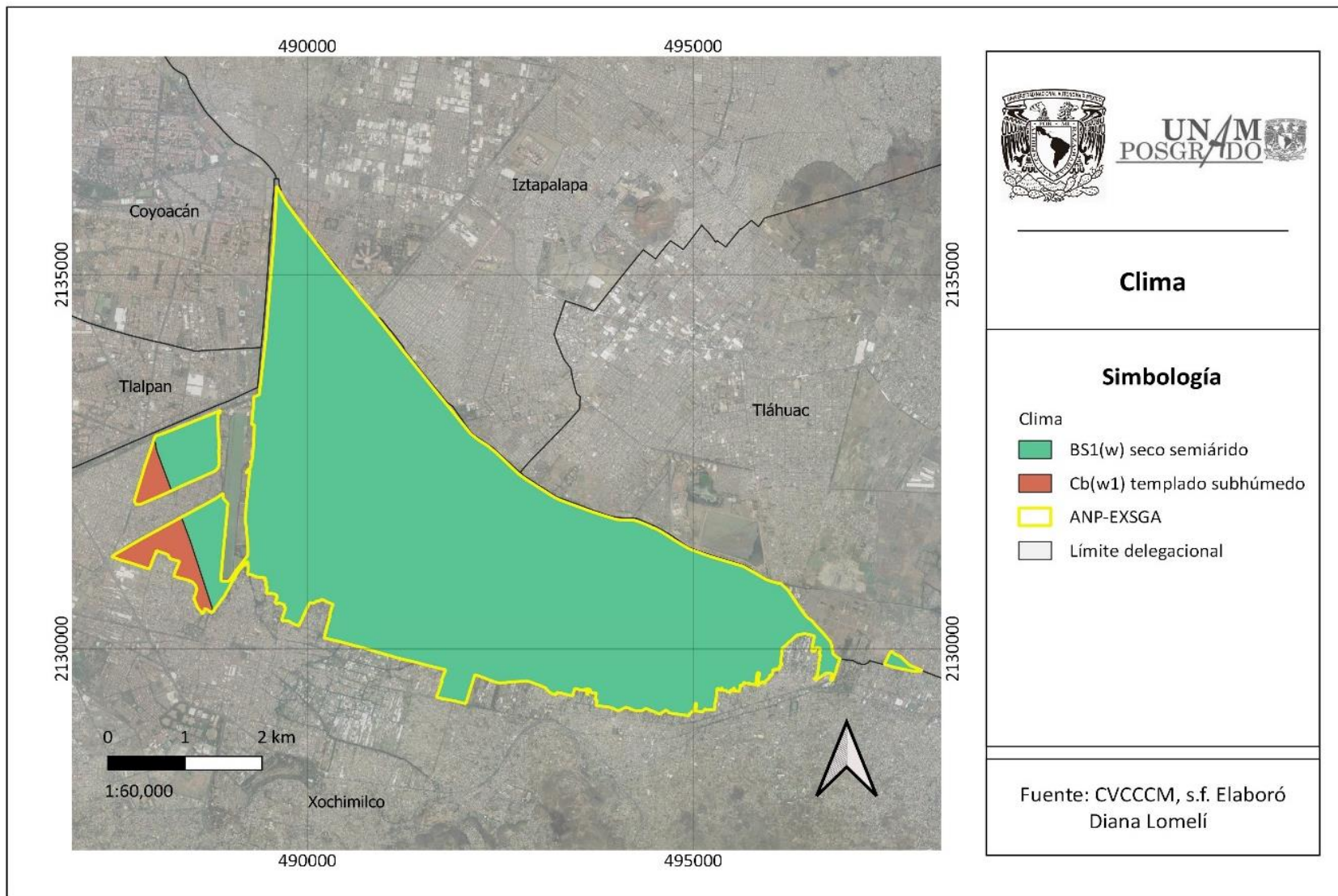


Figura 8.6. Clima del ANP-EXSGA.

Fuente: elaboración propia

Las afectaciones más importantes en este ámbito debido a los TCRCD se pueden dar a nivel de microclima, por ejemplo, el sellamiento de suelo a causa de la urbanización en Xochimilco genera un aumento de la temperatura local (López-Ramírez, *et al.*, 2015), ese escenario no es muy distinto del provocado por los RCD sobre el suelo. El aumento de la temperatura local podría derivar en la desecación de los remanentes del lago, lo que es importante porque la desecación de Xochimilco hizo que la precipitación en el sur de la CDMX disminuyera en un 30%, acompañado del aumento de los hundimientos por la extracción de agua de pozo (PAOT, 2012).

La edafología, por su lado, se refiere a los tipos de suelo que se localizan en la zona. En el caso del ANP-EXSGA se tienen tres tipos: 1) phaeozem gleyico, 2) phaeozem háplico y 3) solonchak mólico (figura 8.7). Los dos primeros son suelos que acumulan materia orgánica (MO) y están altamente saturados en bases (i.e. calcio, magnesio, potasio) (FAO, 2008), mientras que el tercero es un suelo altamente enriquecido en sales a causa de la evaporación de agua (FAO, 2008).

#### 1) Phaeozem gléyico

Los phaeozems se encuentran típicamente en zonas relativamente húmedas donde existen pastizales; además, se originan a partir de materiales no consolidados, suelen ser suelos porosos y muy fértiles, lo que los convierte en ideales para la agricultura (FAO, 2008). La propiedad gléyica de estos suelos se refiere a la presencia de horizontes con condiciones reductoras (pobres en oxígeno) dentro de los primeros 100 cm, originadas generalmente por ambientes de inundación (FAO, 2008).

Estos suelos se encuentran al sur del ANP-EXSGA, en lo que hoy son los remanentes de las chinampas, que todavía son en buena medida utilizadas para la agricultura y representan el 32.81% de la cobertura superficial del ANP. Las chinampas están muy asociadas a especies arbóreas e hidrófilas, como el ahuejote y el sauce llorón, que cumplen la función de disminuir la erosión del suelo (SPC, 2014). Es importante recordar que se trata de suelos construidos sobre el lago de Xochimilco, por lo que el único acceso es mediante los canales circundantes, por lo que no es posible acceder a pie o en con vehículos automotores. Lo anterior explicaría por qué estos suelos están particularmente poco afectados por TCRCD.

#### 2) Phaeozem háplico



Se utiliza el nombre de háplico cuando no hay horizontes, propiedades o material diagnóstico específicos o atributos como color, condiciones químicas o físicas que diferencien de manera particular a un suelo (FAO, 2008).

Estos suelos cubren la mayor parte del ANP-EXSGA (57.46% de la superficie) y son también los mayormente afectados por los TCRCD. Como los anteriores, estos suelos se ubican sobre la planicie lacustre, pero estos son producto de la lenta desecación del lago, por lo que son suelos más “firmes” que las chinampas, aunque no menos vulnerables, especialmente ante los hundimientos, que ya se han registrado y monitoreado a lo largo de los años. Como se explicó antes, los hundimientos de la zona se derivan en buena medida de la desecación del lago y pueden verse agravados por el peso de los RCD que se depositan sobre ellos. Estos suelos al norte del ANP-EXSGA cubren una buena parte de lo que es hoy el Ejido de San Gregorio Atlapulco, que se encuentra especialmente afectado por el abandono de tierras y TCRCD.

#### 1) Solonchak mólico

Estos suelos son salinos (con presencia de Na, K, Ca, Mg) y derivan normalmente de materiales parentales no consolidados (FAO, 2008), como los que se pueden encontrar en los lechos lacustres del ANP-EXSGA. Los solonchaks no suelen tener valor agrícola debido a las difíciles condiciones que suponen para las plantas (FAO, 2008). El sufijo mólico implica que hay un horizonte superficial bien estructurado con una alta saturación de bases y moderado o alto contenido de materia orgánica (FAO, 2008)

Se trata de los suelos menos abundantes en el ANP-EXSGA (9.73% de la superficie) y, de acuerdo con el Atlas de Peligros y Riesgos de la Delegación Xochimilco (SPC, 2014), se originaron a partir de que el material parental (los depósitos aluviales y lacustres) está enriquecido en sales. En la demarcación, el uso agrícola de estos suelos en el ANP-EXSGA se limita a especies adaptadas a condiciones salinas o a sitios donde ya ha ocurrido un lavado antropogénico del salitre; además, es común encontrar ganado ovino en los zacatales que se desarrollan a pesar de las sales (SPC, 2014). El valor de uso de estos suelos no es muy elevado y se encuentra principalmente asociado a la producción agrícola de temporal.

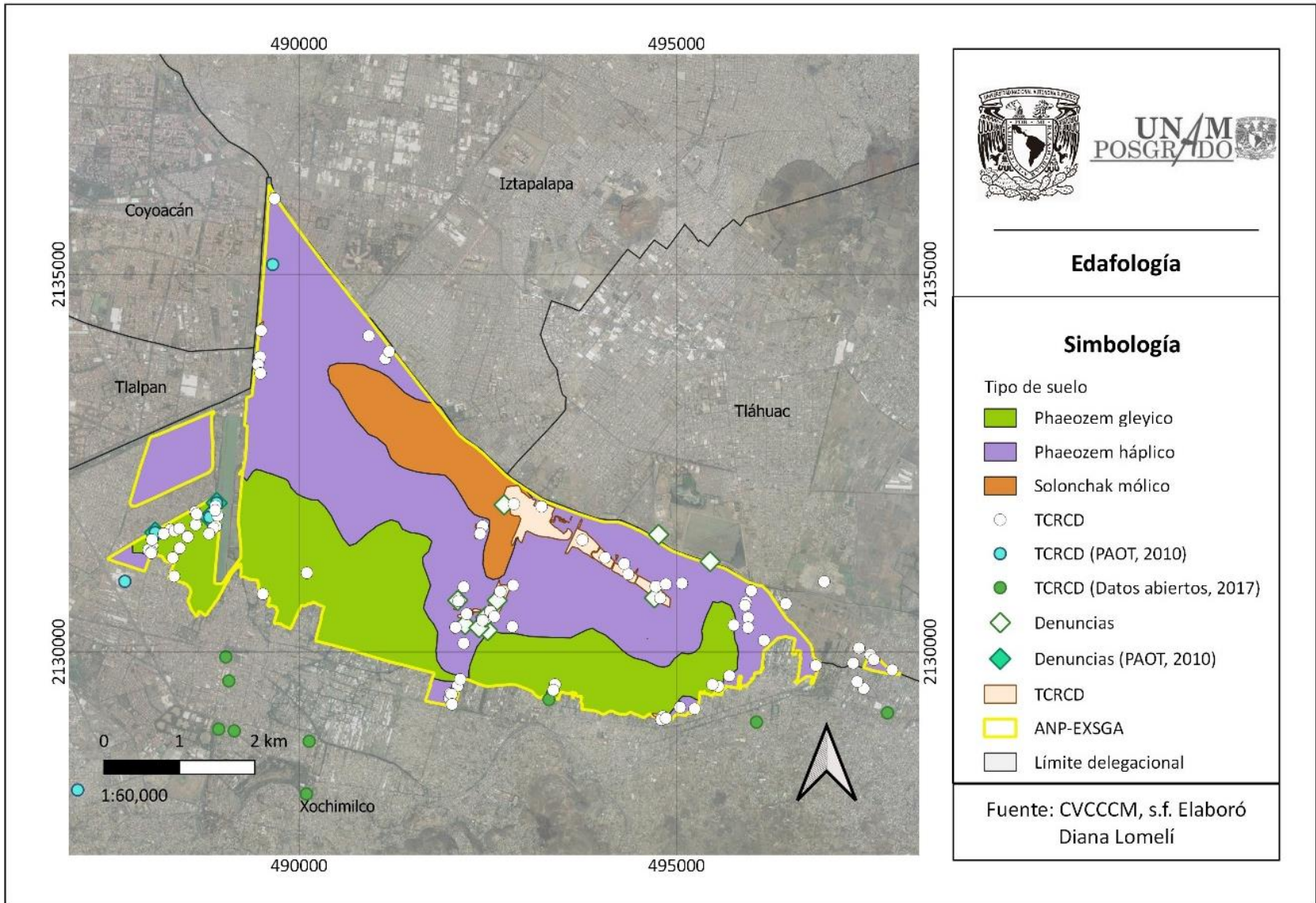


Figura 8.7. Edafología del ANP-EXSGA y su relación con los TCRCD.

Fuente: elaboración propia

Se ha probado que los lixiviados de los tiraderos pueden poner en riesgo la calidad del agua subterránea (Weber *et al.*, 2002). Los TCRCD poseen altas concentraciones elementos como sodio, calcio, potasio, magnesio, hierro, fósforo y zinc, así como metales pesados como cadmio, cromo, plomo, azufre y níquel (Lomelí, 2018). Los elementos derivados de los RCD varían de acuerdo con el origen de los materiales, la época en la que se construyó y si los materiales están combinados con otros, como maderas tratadas, metales o pinturas, por ejemplo. Algunos de esos minerales, en particular los cálcicos poseen un pH altamente alcalino que pueden empeorar las condiciones de por sí salinas de los suelos (Guevara *et al.*, 2015) y del agua que se lixivia a través de ellos, por medio de la formación de sales menos solubles.

En cuanto al uso de suelo del ANP-EXSGA, los más afectados por los TCRCD son las superficies dedicadas a la agricultura de riego, en particular en el Ejido de San Gregorio Atlapulco y las zonas urbanas (figura 8.8). Esta información se corrobora con lo antes visto sobre el tipo de asentamiento en los que se localizan estos tiraderos. La afectación que sufren los terrenos dedicados a la agricultura se hace evidente porque los TCRCD cubren una importante superficie que podría dedicarse a la producción agropecuaria y mejorar las condiciones de vida de quienes poseen la tierra. En tercer lugar, se encuentran afectados los remanentes de humedal, es decir, de las zonas todavía inundables y remanentes del lago, además de los canales, en este caso una parte del área de protección de flora y fauna del ANP, situación que preocupa por la presencia de avifauna acuática (89 especies) y otras migratorias en la zona (SEDEMA, s.f.).



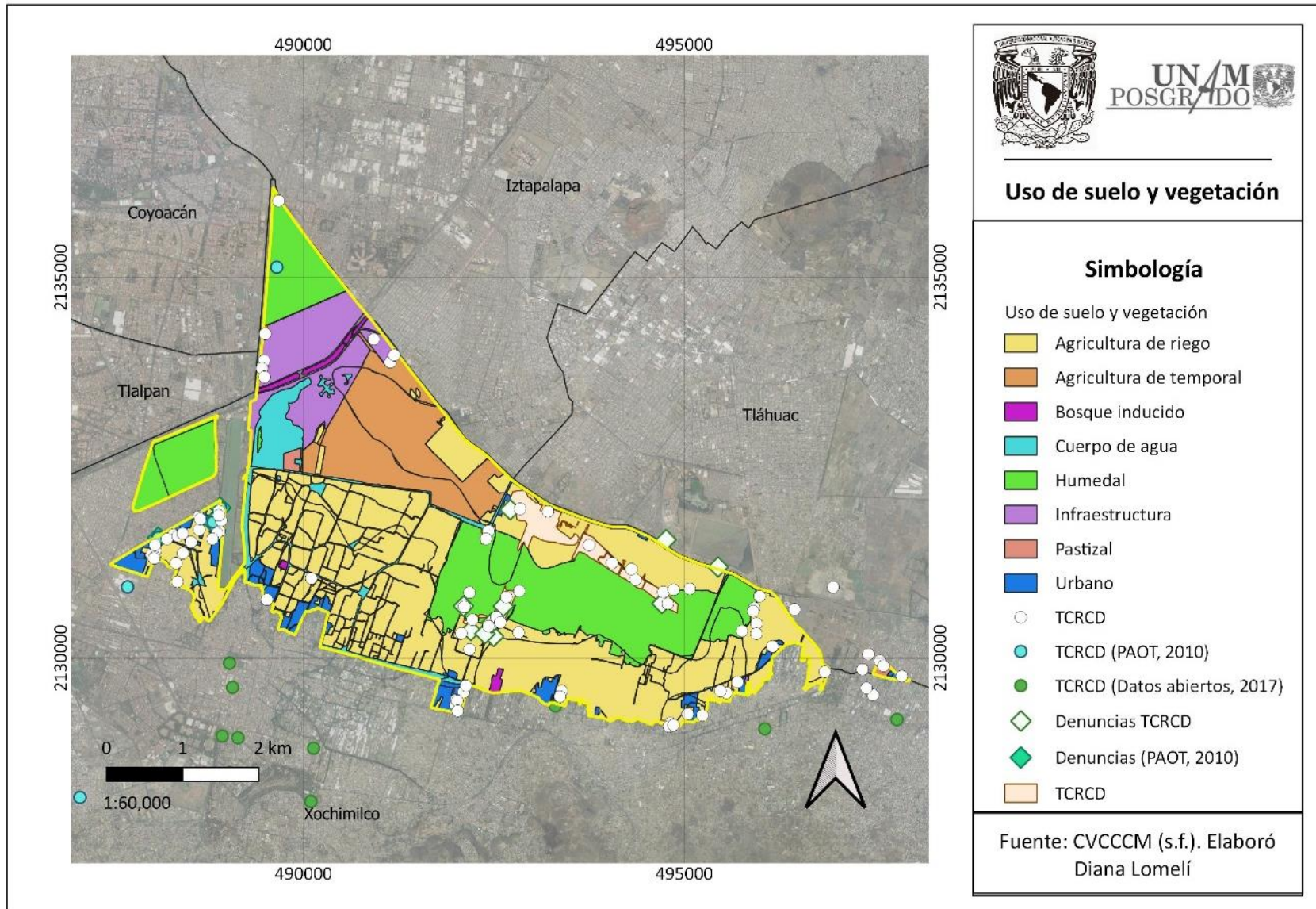


Figura 8.8. Uso de suelo del ANP-EXSGA y su relación con los TCRCD.

Fuente: elaboración propia

### 8.2.2.1 Infraestructura

En el interior del ANP-EXSGA no existe infraestructura para el tratamiento o reúso de los RCD ahí generados. Sin embargo, los dos sitios de disposición autorizados en la CDMX, Centro de Transferencia Cuernavaca y Concretos Reciclados S.A., se encuentran a 5.6 km y 5.8 km de distancia, respectivamente.

Por su parte, la Alcaldía cuenta con un espacio de aproximadamente 8,000 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de RCD y otros materiales derivados principalmente de los trabajos de obra menor, como guardas, recambio de adoquines, reembaquetamiento, así como del reencarpentamiento de las calles de la Alcaldía (figura 8.9). Este espacio es conocido como el Almacén de La Noria, debido a su ubicación. Desde el paraje de Toltenco, que está especialmente afectado por TCRCD urbanos, a este sitio hay poco menos de 4 km de distancia.

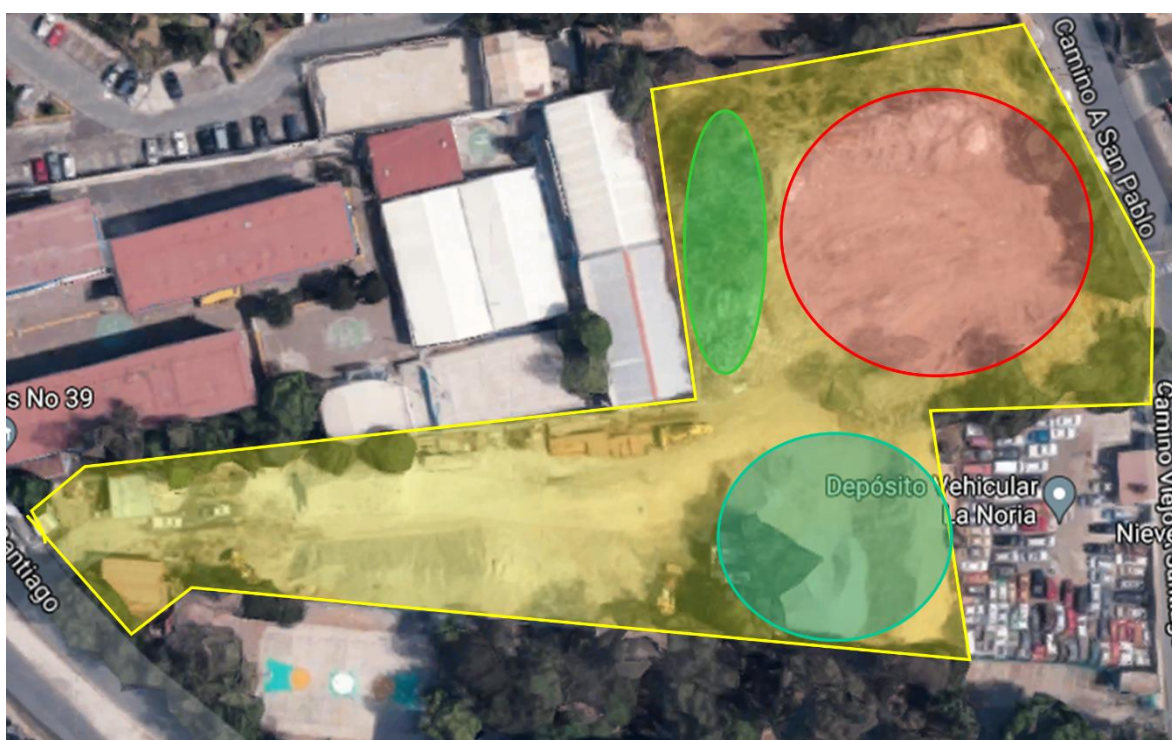


Figura 8.9. Almacén de La Noria (amarillo). Montículos de fresado (verde), escombros (rojo) y material triturado (azul).

Fuente: tomado de Google Earth (2021)

De acuerdo con el encargado del almacén (com. pers. mayo 2021), en este espacio se pueden colocar más de 15,000 m<sup>3</sup> de RCD, entre los que se encuentran principalmente escombros de la

obra pública y fresado sobrante del recambio de asfalto de las vialidades de la Alcaldía de Xochimilco (figura 8.10). Este volumen es variable en el tiempo porque se reutilizan los residuos fresados del asfalto en el bacheo o como matapolvo para las tolvaneras, según la temporada. Sin embargo, el escombros sólo es acumulado hasta que el Departamento Central de la SOBSE envía a personal y maquinaria para triturarlo y desalojar el espacio. El destino de los RCD retirados es desconocido para el personal del Almacén de La Noria.

En el Almacén también hay otros residuos, como varillas, metales y neumáticos, mismos que son enviados, mediante una solicitud al almacén ubicado en el Barrio 18 de la Alcaldía Xochimilco, para ser posteriormente retirados por el mismo Departamento de la SOBSE. No obstante, en este sitio se recuperan algunos materiales en buen estado para su reuso, en particular el adocreto en buen estado, que se emplea en parques, jardines y Pueblos de Xochimilco. Es precisamente en la fase de separación del escombros donde se encuentran los RCD que podrían reusarse con otros fines, además del matapolvo y el material para relleno.

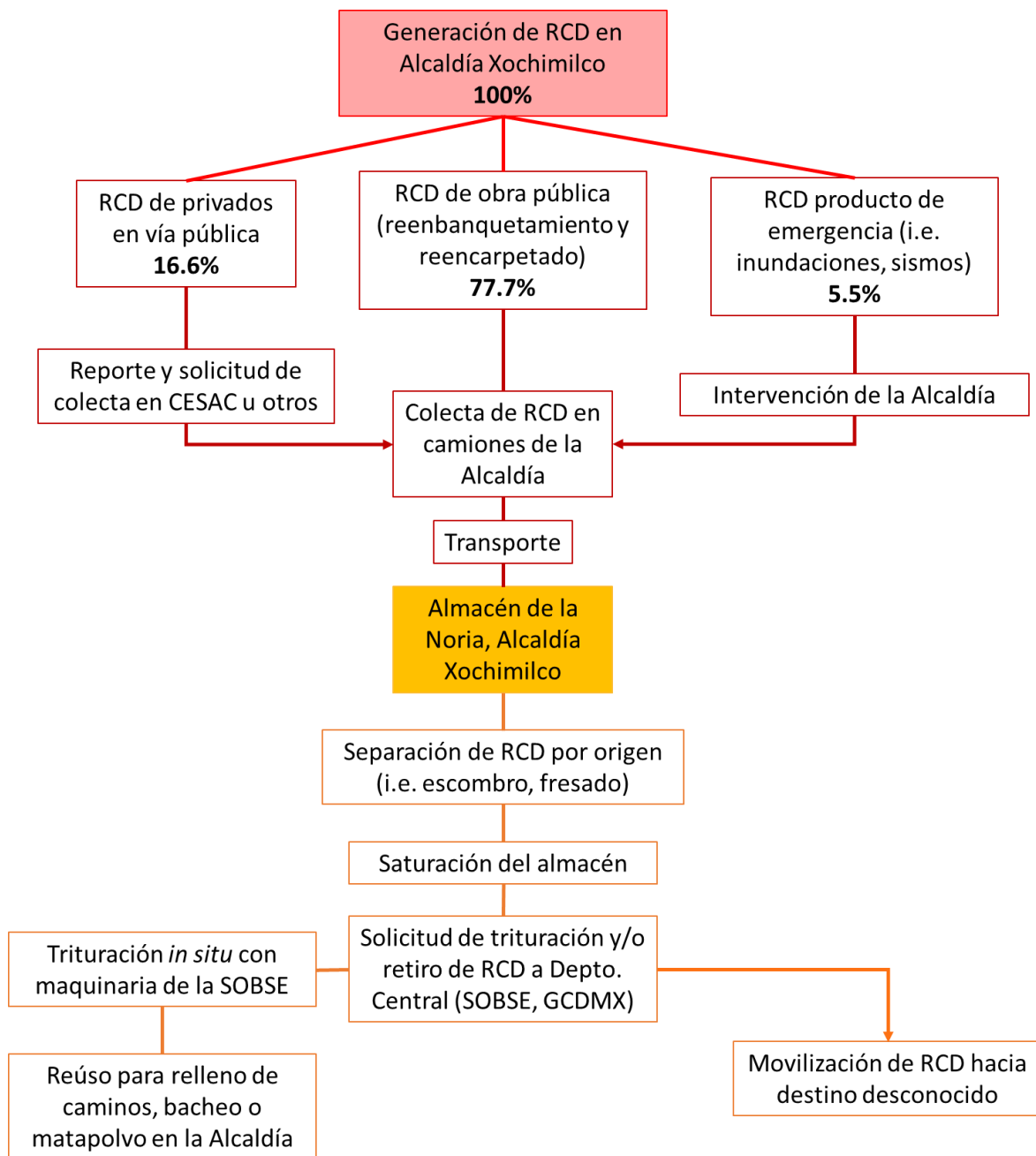


Figura 8.10. Diagrama de flujo de los RCD colectados anualmente por la Alcaldía Xochimilco. Fuente: elaboración propia con información de personal de la Alcaldía Xochimilco

### 8.2.3 Unidades de recurso

#### 8.2.3.1 Valor de mercado

Dado que en este análisis las unidades de recurso son los SE del suelo, es importante conocer el valor de mercado que tienen los mismos. En la sección de impactos de los TCRCD sobre el suelo, se describen las pérdidas económicas que derivan de la pérdida de funcionalidad del suelo;



en este apartado, se hablará del valor del suelo de acuerdo con los registros catastrales de la CDMX.

En dichos registros, toda el ANP-EXGA es considerada como Zona Rústica con un precio de suelo promedio de \$2,381,890 pesos por la totalidad del predio (Agencia Digital de Innovación Pública, 2021) (figura 8.11). El precio por m<sup>2</sup> en la zona tiene un costo de \$1,531 pesos mexicanos, lo equivalente a poco más de US\$75. Sin embargo, esta tierra pertenece, por un lado, a una propiedad ejidal, y por otro, a un área natural protegida administrada por el Estado, por lo que no es posible venderla ni comprarla.

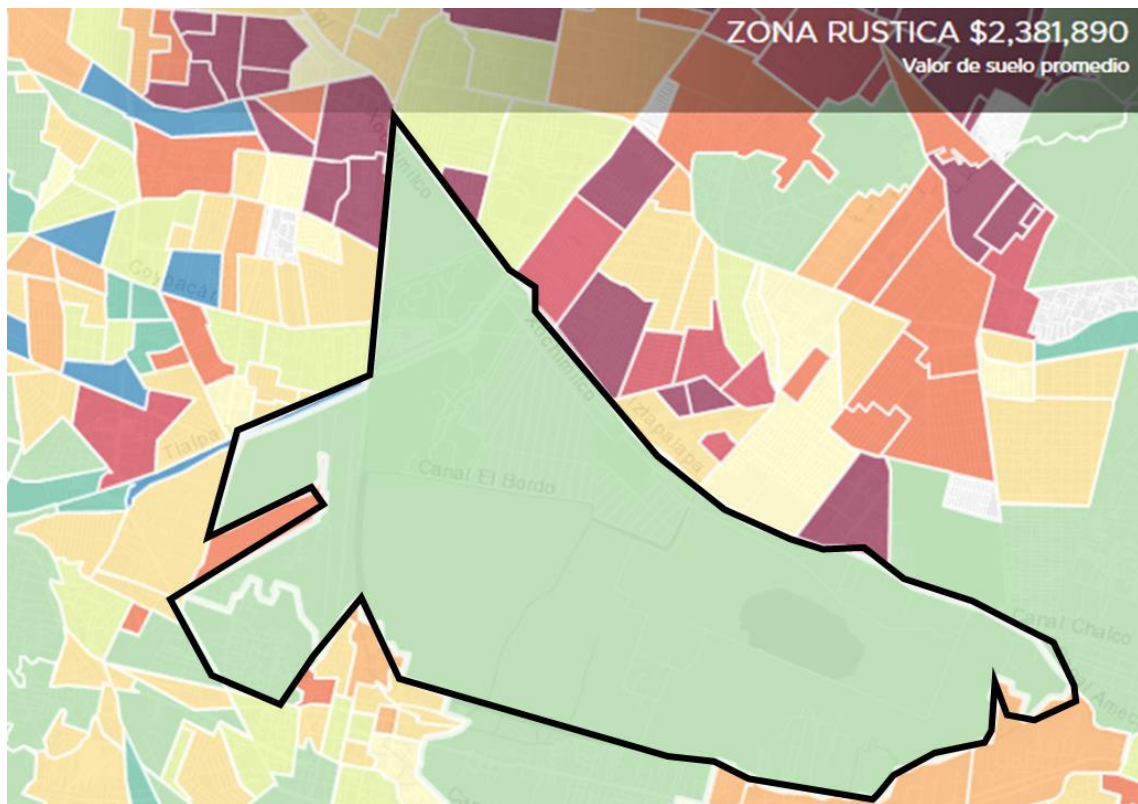


Figura 8.11. Valor de suelo promedio suelo en el ANP-EXSGA (negro).

Fuente: Agencia Digital de Innovación Pública (2021)

La condición ejidal del predio de la mayoría de la superficie del ANP-EXSGA, en conjunto con el abandono del sitio por parte de las autoridades responsables de la protección del sitio, es quizás el detonante de la búsqueda de algunos por monetizar las tierras que no son ya productivas. Sea con el establecimiento de AHI o con la transformación del paisaje en tiradero clandestino, del que muchas personas se benefician.



### 8.2.3 Actores

La simultánea condición urbana y rural del sitio hace que los actores estén diferenciados en función de sus intereses y su relación con el territorio. Es por ello que, a continuación, se enlistan y explican los principales actores involucrados y sus relaciones con los TRCD en el ANP-EXSGA (figura 8.12):

- a) Habitantes, ejidatarios, productores y chinamperos afectados negativamente por los TRCD.
- b) Habitantes y tenientes de la tierra que realizan disposición inadecuada de RCD a pequeña escala y/o la permiten a gran escala.
- c) Recolectores y transportadores de RCD.
- d) La Alcaldía de Xochimilco, como representante del Estado en la planeación y el ordenamiento territorial.
- e) Instancias de gobierno para la administración y regulación del ANP, la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENADR).
- f) Instancias encargadas de vigilar, recomendar y sancionar las actividades que afectan el ambiente, como la Dirección General de Inspección y Vigilancia Ambiental (DGIVA) y PAOT. La persecución de los delitos ambientales está a cargo de la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, por medio de la FEDAPUR (Fiscalía Especializada en Delitos Ambientales y Protección Urbana) y la aplicación del Código Penal de la CDMX de acuerdo con los artículos 344 y 346.
- g) UNESCO. Organismo internacional derivado de la Organización de las Naciones Unidas que busca abonar a la construcción de paz y seguridad en el mundo, por medio del reforzamiento de la educación, la ciencia, la cultura y la comunicación.
- h) Academia, como generador de información, analizador de datos y facilitador entre instancias de gobierno y los pobladores del ANP.

Por ejemplo, en cuanto a los habitantes y tenientes de la tierra, están los avecindados, que se encuentran principalmente en las zonas urbanas, que no son originarios de Xochimilco y que, generalmente, no tienen posesiones, por lo que relleno de canales podría resultar atractivo. Por otro lado, los ejidatarios, tradicionalmente pobladores de Xochimilco desde muchas generaciones atrás. En este caso, ellos no viven dentro del Ejido, porque es una zona que no tiene ninguna designación como área habitacional, pero sí les es permitido el acceso y uso. Desde esa perspectiva, los intereses de unos y otros pueden derivar en un arraigo territorial o al modo de sobrevivencia que acompaña al establecimiento informal en el territorio.

En ese sentido, se esperaría que los ejidatarios y los chinamperos (ambos productores agrícolas y/o agropecuarios) tuvieran un mejor conocimiento de las tierras. Conocimiento que les ha sido heredado y dado por la experiencia de habitar en y en los alrededores del ANP-EXSGA; también tienen la historia oral de sus familias y otras formas de vincularse con el territorio. Esto, por supuesto, no los exime de tener intereses particulares, como la búsqueda de mejores condiciones económicas, especialmente si han vivido la degradación de los recursos naturales, del agua y del suelo, de los que dependen.

Por supuesto, no se deben olvidar a los miembros de los mismos grupos que no están de acuerdo y que no se ven favorecidos por la actividad de la disposición clandestina de estos residuos, tanto ejidatarios, como vecindados. Indirectamente, la pérdida de SE derivada de los TCRCD es una afectación sobre el bienestar de quienes dependen y viven en el ANP, pero también para todos los habitantes de la CDMX.

Retomando la idea de los muchos intereses involucrados, está la intervención de la delincuencia organizada, presuntamente el Cartel de Tláhuac, en el manejo del TCRCD más grande del ANP-EXSGA, localizado en el Ejido de San Gregorio. Esta práctica dejaría una fuente sonante y constante de ingresos para aquellos que permitieran el uso de tierra y, claro, para los transportistas de RCD y aquellos que operaban el tiradero.

En cuanto a las instituciones gubernamentales, están las que administran, las que vigilan y sancionan en el ANP-EXSGA. En la cuestión administrativa se encuentra la SEDEMA, representada por la CORENADR. Las instancias de vigilancia y sanción son la PAOT y la DGIVA, además del gobierno local de la Alcaldía de Xochimilco.

Por su parte, la UNESCO está pobremente representada en el ANP pues no se reportan seguimientos de la institución sobre el estado de la Zona Patrimonial. Asimismo, la Dirección Ejecutiva de la Zona Patrimonio Mundial Natural y Cultural en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, perteneciente a la CORENADR, tiene como atribución y responsabilidad *“Representar en los ámbitos local, federal e internacional a las denominadas ciudades declaradas “Patrimonio Mundial de la Humanidad” por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura de las Naciones Unidas (UNESCO), incorporadas en la superficie declarada como Zona Patrimonial Mundial”*, por lo que es la encargada de vincular a todas las instancias que puedan tener injerencia en la administración del ANP-EXSGA. Sin embargo, esta Dirección es poco conocida y prácticamente no interviene en las decisiones administrativas del sitio.

En opinión de Latapí (2008), a pesar de los esfuerzos que realiza la UNESCO a nivel internacional y de la amplia y muy reconocida participación del Estado mexicano en las decisiones del organismo, la incidencia es más bien poca. El autor refiere a que hay una importante falta de políticas específicas que modulen la relación de México con el Organismo, en particular por la desarticulación de los objetivos de las dos instituciones competentes en esa materia: la Secretaría de Relaciones Exteriores (SER) y la Secretaría de Educación Pública (SEP). Además, las atribuciones de la UNESCO en cuanto a la intervención en los sitios pertenecientes a la Lista del Patrimonio Mundial están muy limitadas, debido a las especificaciones de la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, celebrada en 1972 y a la que México ratificó.

En dicha Convención, se establece que es obligación de los Estados Partes “identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir el patrimonio cultural y natural” y, en ese sentido, “procurará actuar con ese objeto por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos que disponga”. Llegado ese punto, el Estado podrá solicitar asistencia y cooperación internacionales, en el ámbito financiero, artístico, científico y técnico”. Esto implica que es enteramente responsabilidad de los gobiernos la atención a los sitios patrimoniales incorporados a la lista de la UNESCO. Una vez inscritos, los Estados Partes pueden gozar de diversos beneficios, como el uso del Fondo del Patrimonio Mundial para ayudar en caso de desastre natural, así como el acceso a múltiples tipos de capital humano, pero solamente cuando se pruebe que se requiere de la intervención internacional.

Se enlistan a continuación algunas de las labores de las que el Estado es responsable en los sitios patrimoniales:

- Generación de políticas para la protección, conservación y revalorización del patrimonio, incluyendo la capacitación y el personal.
- El desarrollo de investigación científica y técnica para hacer frente a los peligros a los que los sitios se enfrenten.
- La adopción de todas las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras para la conservación y revalorización de ese patrimonio.

Por su lado, la UNESCO podrá prestar a los Estados Partes los siguientes beneficios:

- Estudios diagnósticos de los diferentes problemas del sitio y la prestación de servicios de expertos, técnicos o mano de obra calificada.

- La formación de especialistas y el suministro de equipo que el Estado no posea o no pueda adquirir.
- Préstamos a interés reducido, sin interés o reintegrables y concesiones en casos excepcionales.

Como resultado de una mala administración o una malograda conservación de los sitios patrimonio, las consecuencias se resumen en la promesa de una sanción que, en este caso, implica la salida de la lista de sitios patrimonio y los beneficios de las relaciones con la UNESCO en esa materia.

Visto lo anterior, es posible decir que la poca o nula participación que ha tenido la UNESCO en relación con el problema de los tiraderos clandestinos de RCD y otros tantos que aquejan al ANP-EXSGA se debe a que a el Organismo no cuenta con las atribuciones necesarias para la intervención, ni con los mecanismos necesarios para la vigilancia continua de todos los sitios patrimoniales registrados. En todo caso, serían el Estado mismo y las entidades que administran el sitio quienes tendrían que generar un informe detallado que abarque los aspectos financiero, ambiental, social, cultural, educativo y otros, para solicitar a la UNESCO, por medio del Comité de Patrimonio Mundial, su intervención.

En otro tenor, el ojo académico, a nivel local, nacional e internacional, tiene una amplia representación en toda el ANP-EXSGA, porque en ella se conjugan muchos elementos que resultan interesantes. Las condiciones sociales, agroproductivas, culturales, de vulnerabilidad (i.e. sismos, pobreza, cambio climático), jurídicas, antropológicas y ambientales, hacen de este espacio un laboratorio vivo. Sin embargo, el estudio de la zona se ha concentrado en el diagnóstico ambiental del ecosistema del humedal y el seguimiento de las interacciones sociedad-ambiente, en particular en lo referente a la expansión urbana y el cambio de uso de suelo, o en la generación de investigación participativa con productores; todos temas relevantes para la sostenibilidad del sitio y de la CDMX. Hasta ahora solamente con un proyecto enfocado en el manejo de residuos del Pueblo de San Gregorio Atlapulco (Ruizpalacios, 2019), por lo que, en ese ámbito, la presencia de la academia se ha visto limitada. Sin mencionar que algunos procesos de generación de conocimiento han devuelto poco o nada de lo aprendido a la comunidad, generando desconfianza en algunos grupos (com. pers. con ejidatarios, noviembre, 2020).

Cada uno de los anteriormente mencionados ha tenido un papel en la generación de TCRCD en el ANP-EXSGA por medio de distintos factores desencadenantes que, por supuesto, se han construido

y afianzado a lo largo de los años. Estos factores no se originan exclusivamente de la dinámica social del sitio, sino por las condiciones de vida y las gestiones gubernamentales que se han desarrollado en el resto de la ciudad y, posiblemente, en el país.

Los factores desencadenantes de TCRCD en el ANP-EXSGA se listan a continuación sin ningún orden particular:

1. Un debilitado sentido de pertenencia con el territorio/cohesión social de los habitantes del ANP. Las condiciones de desapego con el territorio, ya sea por ignorancia, abandono, buscar nuevos medios de vida u otros, permiten la transformación de la naturaleza (percibida sin valor de cambio), por beneficios económicos personales, aún a costa de afectaciones ambientales y sociales. Este factor también incluye una falta de organización social fuerte que se oponga a la degradación y exija la protección del ecosistema del que dependen.
2. Mercado informal. Los transportadores de grandes cantidades de RCD provenientes de distintos puntos de la CDMX que ven los TCRCD como una oportunidad para la evasión de responsabilidades y beneficios económicos inmediatos al evitar los costos de transportación y descarga en sitios de disposición final autorizados. Este mercado informal no puede ser regulado ni mejorado desde la escala local en la que ocurre en el ANP-EXSGA.
3. Cambio de uso de suelo. La demanda de espacio para vivienda y mejores condiciones de vida (caminos de acceso, calles o terrenos firmes) fomenta el establecimiento de AHÍ a través de la autoproducción, el relleno con RCD de sitios que pre con hundimientos y de canales.
4. Inspección y vigilancia ineficientes e insuficientes. Las instancias regulatorias no cuentan con personal, capacitación, capacidad instalada o instrumentación suficientes para vigilar las más de 2,000 ha del ANP.
5. Corrupción. Los servidores públicos de cualesquiera de las instancias antes mencionadas que buscan beneficios personales incentivan la proliferación de TCRCD. En el contexto actual, el periodo de elecciones y transición gubernamental podría poner en riesgo la operatividad de programas ya en marcha, como los de conservación y vigilancia ambiental, así como el aumento de los beneficios económicos que obtienen algunos servidores públicos por desentenderse del problema antes de la nueva administración.
6. Falta de articulación institucional. La superposición de tantas instancias con esquemas de gestión territorial distintos –y a distintas escalas– entorpece las labores de protección ambiental del sitio, lejos de favorecer acciones pertinentes que permitan la reapropiación territorial y la participación de la comunidad para conservar el humedal.

7. Carencia de información y voluntad política alrededor del reciclaje y reúso de RCD en la Alcaldía y acciones para su implementación. Esto incluye la falta de empuje de la industria privada para el acopio y reciclaje de los RCD.

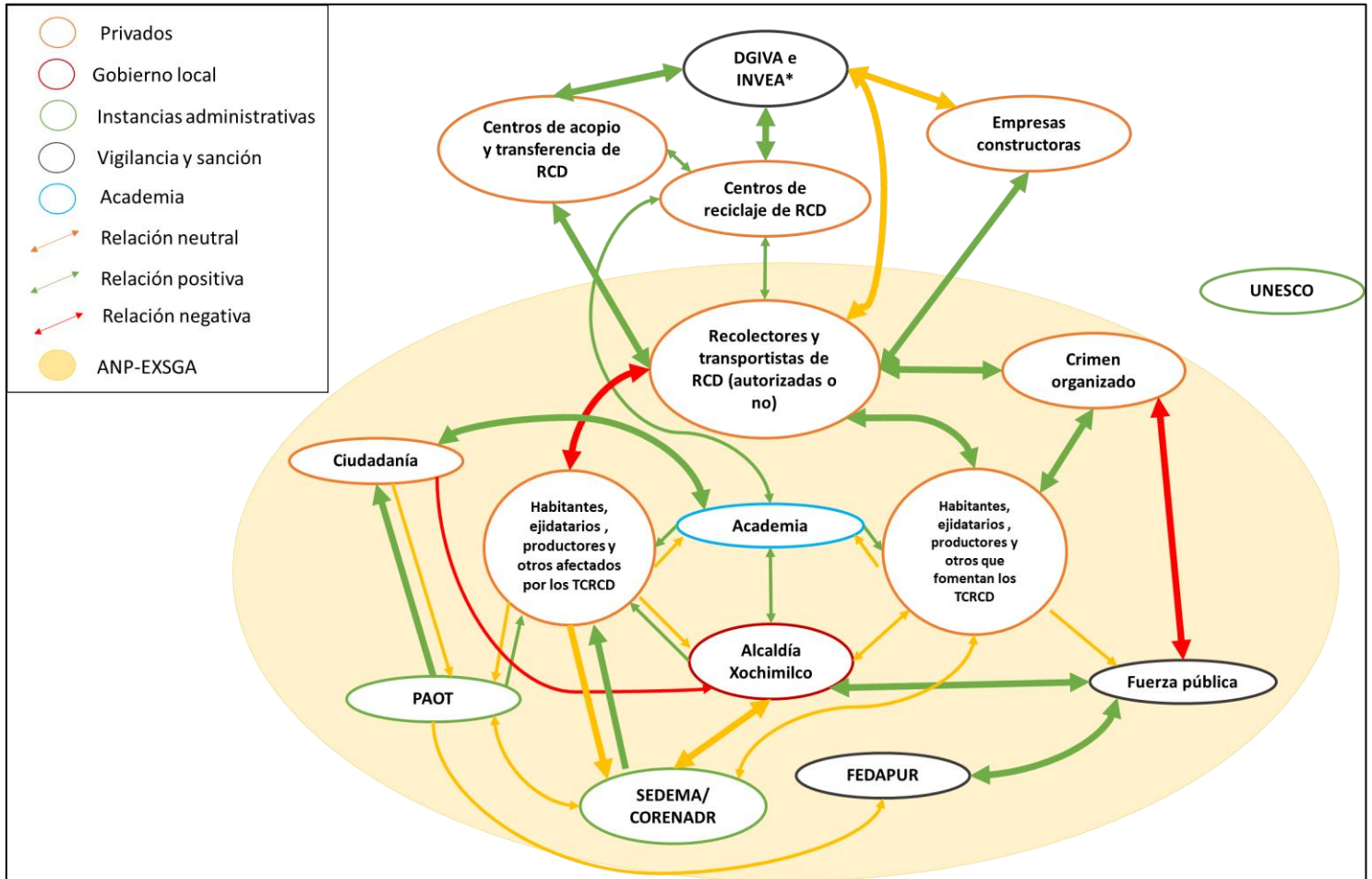


Figura 8.12. Mapa de actores en la problemática de los TCRCD. El ancho y dirección de las flechas indican el tipo e importancia de la relación. \*Instituto de Verificación Administrativa

Fuente: elaboración propia

La percepción entre los actores está directamente relacionada con la experiencia que han tenido al relacionarse unos con otros, desde la buena comunicación hasta los conflictos de interés. Derivado de entrevistar algunos ejidatarios (que son afectados directos de los TCRCD), se determinó la percepción que tienen de los otros actores. Cabe mencionar que esta es una actividad que sólo refleja la percepción de un pequeño número de ejidatarios y no refleja la totalidad de la problemática que viven ni la naturaleza de sus relaciones con otros actores.

Tabla 8.5. Percepción de los ejidatarios sobre la confianza en las instituciones para resolver el problema (amarillo: indiferente, rojo: desconfianza, blanco: sin opinión)

	Tipo de actores	Actores	Percepción
Gobierno de la Ciudad de México	Atención de denuncias	PAOT	Indiferente
		DGIVA	Desconfianza
	Vigilancia y sanción	DGEIRA	Desconfianza
	Recursos y financiamiento	CORENADR	Indiferente
Gobierno local	Alcaldía de Xochimilco	Indiferente	
Patrimonio	UNESCO	Indiferente	
Academia	Academia	Desconfianza	

De lo recabado en las entrevistas, se puede apreciar que no hay una relación de confianza con las instituciones. En el caso de la PAOT porque, a pesar de darle seguimiento a las denuncias que se han interpuesto en los últimos años (con las casas productoras, por ejemplo), no tiene en su poder la atribución de perseguir o sancionar, sólo de hacer recomendaciones ante las instituciones pertinentes.

Por otro lado, hay desconfianza en las Direcciones Generales de Inspección y Vigilancia Ambiental y de Evaluación de Impacto y Regulación Ambiental que se desprenden de la SEDEMA porque no han recibido atención alguna de su parte para resolver la problemática de RCD que les aqueja desde hace más de 30 años, ni con la reactivación del tiradero en los años recientes, ni por las solicitudes gestionadas a través de la PAOT.

La CORENADR debería administrar e incentivar acciones para la conservación en el ANP-EXSGA, aunque hasta el 2021 no había hecho gran cosa por ofrecer una solución a la degradación ambiental de la zona. Actualmente se está llevando a cabo una nivelación de parcelas del ejido que se encuentran en condición de hundimiento. Además, financia programas sociales, como Altépetl, de los que se benefician algunos ejidatarios para la obtención de insumos para siembra, semillas, plantas, maquinaria o presupuesto en general. Esto, a pesar de la desconfianza por pertenecer a la SEDEMA, le confiere una mejor reputación entre los productores. Asimismo, este organismo, permitió y financió la nivelación del terreno ejidal usando RCD en 2012; con esa justificación se comenzó la lenta reactivación del TCRCD en el

Ejido. En dicha renivelación no se contó con monitoreo ni seguimiento de parte de la institución para entender los efectos o beneficios ambientales.

Los miembros del Comisariado Ejidal afirman que la relación con la UNESCO es nula, que “solo una vez pasaron, pero no dijeron nada de cómo estaba aquí”. A pesar de que el nombramiento de Patrimonio Mundial está sujeto a la permanencia de las condiciones ambientales y culturales iniciales y que la pérdida de estas podría hacer que este sea retirado, no ha habido, hasta ahora, un diagnóstico público de la situación del ANP-EXSGA, ni a través de la dirección de vinculación de la SEDEMA.

Los ejidatarios tienen una relación de desconfianza con la academia porque “sí han venido de la Universidad a hacer estudios aquí a la laguna y siempre los dejamos pasar, pero ya nunca regresan”; cabe mencionar que no pudieron aclarar qué universidad había entrado a hacer estudios en la laguna, lo que refleja una fuerte falta de comunicación y entrega de resultados. Cosas similares han ocurrido con los ejidatarios que se dedican también a la chinampería y han tenido contacto con profesores de distintas universidades.

Solamente algunos ejidatarios confían medianamente en el Gobierno de la Alcaldía pues esta intervino en el año 2019 con elementos policiacos para expulsar al crimen organizado del Ejido de San Gregorio Atlapulco. Después de solicitar audiencia con el alcalde, este prestó un servicio en el que intervinieron el sitio en las casetas de entrada al Ejido para impedir el acceso a más camiones de volteo. Esto hizo que el gobierno local ganara algunos adeptos entre los ejidatarios y lo convierte en la única instancia gubernamental que ha participado para frenar el tiradero de RCD en el Ejido.

#### 8.2.4 Sistema de gobernanza

##### 8.2.4.1 Marco legislativo actual del ANP-EXSGA

La naturaleza del ANP-EXSGA la hace sujeta, primeramente, al Plan Delegacional de Desarrollo Urbano de la Alcaldía de Xochimilco, que fue actualizado en el año 2005. Este, a su vez, a la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal (LAPTFD). En estos se contempla la conservación del entorno natural con fines de protección y restauración ecológica y la prevención y control de contaminación. La LAPTFD, además, enuncia la obligatoriedad de la creación de un Plan de Manejo de las ANP. El Plan de manejo se promulgó por primera vez en el 2006, 14 años después de la declaratoria de la zona como ANP. Doce años después se realizó la última modificación.



El ANP-EXSGA se decretó Zona Sujeta a Conservación Ecológica, aunque a este nombramiento lo acompañan también tres internacionales: patrimonio mundial por la UNESCO (1987), Sitio Ramsar (2004) y patrimonio agrícola por la FAO (2017). La diversidad de sus nombramientos es un retrato de la multiplicidad de procesos culturales, sociales y ambientales (el humedal, la agricultura y la preservación patrimonial) que el ANP-EXSGA condensa en poco más de 2500 ha (GOCDMX, 2018). En consonancia, su Programa de manejo (2018) establece que el objetivo es conservar los recursos naturales del ecosistema y el paisaje cultural a través del manejo integral de los recursos naturales y la revalorización de las técnicas prehispánicas de producción. Es decir, preservar los SE, en particular los de regulación, provisión y los culturales. Estos caracteres jurídicos distintos que ha adquirido el territorio con los años difuminan las responsabilidades de uso, protección y sanción.

Según el Programa de Manejo del ANP-EXSGA publicado en 2018, el objetivo general del ANP es “Conservar, proteger y mejorar las condiciones ambientales, así como la integridad de sus procesos ecológicos y los servicios ambientales que favorecen la sustentabilidad ambiental, en las 2,522.43 hectáreas que integran el ANP-EXSGA.” Entre los objetivos particulares se destaca la conservación de la funcionalidad de los ecosistemas, procurar la sustentabilidad de los recursos ecosistémicos y de los servicios que se proveen e impulsar el mejoramiento ambiental y ecológico con énfasis en suelos, agua de los canales y lagunas que presentan degradación.

A estas concepciones del espacio se les suma la coexistencia de una zonificación específica para actividades permitidas y cuatro tipos de tenencia de la tierra (GCDMX, 2018): i) ejidal, conformada por el Ejido de San Gregorio Atlapulco, con una extensión de poco más de 200 ha, ii) propiedad gubernamental, incluyendo la pista de canotaje, las instalaciones de SEDEMA y las zonas de conservación, iii) copropiedad, es decir, el distrito de riego y iv) propiedad privada, es la más grande en extensión e incluye a la zona chinampera, así como algunos barrios y pueblos de la Alcaldía

La zonificación se divide en cuatro según su uso (figura 8.13):

I. Zona de protección (ZP). Con apenas 357 ha, se sitúa en donde las condiciones naturales no han sido modificadas de manera significativa y tienen como objetivo proteger y conservar las condiciones de los humedales y mantener la funcionalidad hidráulica, la calidad y dinámica del acuífero. Se realizan aquí actividades reguladas por programas en materia de reforestación con

especies nativas, recuperación de la vida silvestre, remoción de especies exóticas y obras para la conservación del agua.

II. Zona de infraestructura y uso público (ZUP). Estas 442.32 ha presentan una importante modificación o desaparición del ecosistema natural por el uso intensivo y el desarrollo de infraestructura para actividades recreativas, deportivas, culturales, de educación ambiental, ecoturísticas, de investigación, usos agroindustriales, oficinas de gobierno y asentamientos humanos.

III. Zona chinampera y agrícola de temporal (ZCHAT). Ocupa el 68% de la superficie del ANP-EXSGA con 1723.11 ha, en las que se incluyen todas las áreas terrestres y acuáticas donde se realizan actividades agrícolas tradicionales y en invernadero. Rodea en su totalidad al Lago de Conservación y está conformada por las zonas chinamperas de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco, así como el Distrito de Riego de Xochimilco y el Ejido de San Gregorio Atlapulco. La función principal de esta zona es la de aprovechamiento y producción, aunque también se permite el uso para el turismo ecológico y la educación ambiental.

IV. Subzona de restauración ecológica (SZRE). En una superficie de 516.77 ha esta subzona presenta una avanzada degradación ecológica y está caracterizada por su susceptibilidad a inundaciones, remanentes de humedales permanentes o temporales, así como por su ocupación por AHI, que los hacen vulnerables a la presión de la expansión urbana. Se localiza principalmente en los límites sur y sureste del ANP-EXSGA. Tiene por objetivo promover actividades encaminadas a la restauración integral del ecosistema humedal, sin dejar a un lado aquellas actividades productivas propias características de la región.

Tomando en cuenta lo anterior, en el ANP-EXSGA existe una lógica de gobernabilidad desde distintos enfoques. De acuerdo con Ruiz (2013) desde a) lo urbano a partir de Ley General de Asentamientos Humanos, b) lo ambiental regulado por Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y c) agrario (Ley Agraria). Esto implica que la ocurrencia de todos esos SE mencionados anteriormente depende del espacio, de todos los espacios posibles. Es decir, que dentro del territorio que estamos tratando existe una multiplicidad de espacios vividos, a saber: a) Xochimilco-periurbano (habitable), b) Xochimilco-ANP-patrimonio y c) Xochimilco-ejido, confluyendo cada uno con límites difusos, poco claros y, en todos los casos, superpuestos (figura 8.14). Las problemáticas de esta ANP, no sólo las de los TCRCD, pueden derivarse de una

incertidumbre administrativa que impide, en muchos casos, la garantía del bienestar del ecosistema del humedal y de las personas que de él dependen.

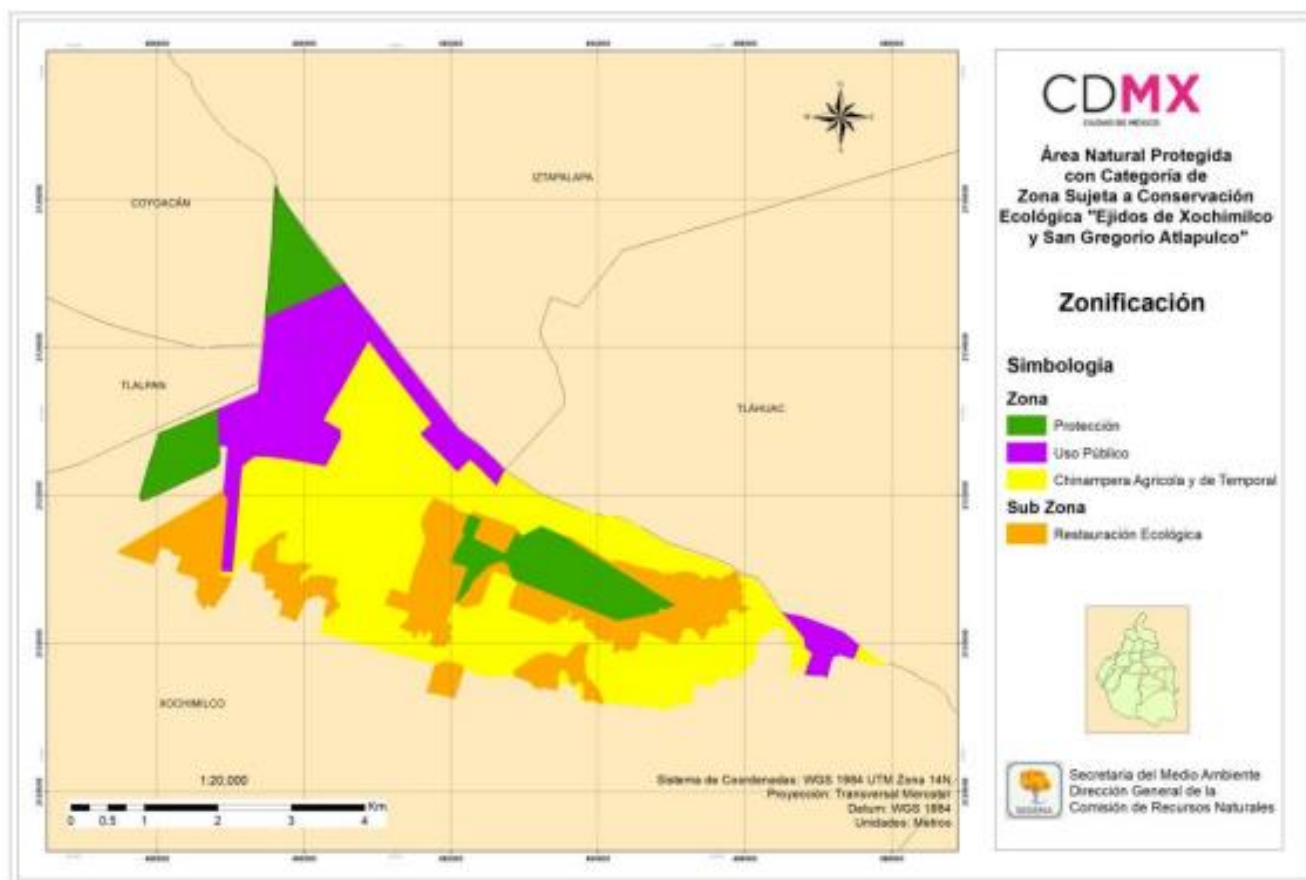


Figura 8.13. Zonificación del ANP-EXSGA. Fuente: tomada de GOCDMX (2018)

La falta de gobernanza o, dicho de otro modo, la falta de un conjunto de reglas y acuerdos claros, así como de instituciones jurídicamente fuertes y legítimas, del involucramiento de los tenientes de la tierra y, en general, habitantes del espacio genera una incertidumbre ideal para la pérdida de SE y la ganancia del mercado, que recuerda a la dualidad propia de las ciudades. Este ensamblaje de fenómenos ilustra las problemáticas de otras ANP de carácter periurbano, principalmente debido a la invasión, los tiraderos de basura y desechos, así como el crecimiento urbano y habitacional, propiciado tanto por habitantes como por autoridades (de la Mora, 2019).

La gobernanza de las ANP hará mella en la capacidad de la CDMX para subsistir en los años venideros, mediante un proceso de toma de decisiones que diversos actores sociales deberán direccionar y estructurar institucional y técnicamente para alcanzar determinados objetivos comunes (de la Mora, 2015), implicando la participación de distintos órdenes de gobierno, grupos sociales interesados e involucrados en la conservación. También deberá echar mano de la

producción de información (técnica y científica) necesaria para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas.

Las ANP dentro de las ciudades son también un medio para el ejercicio pleno de la ciudadanía en un entorno apropiado para ello. Esto se desprende del derecho a la ciudad, que, de acuerdo con ONU-Hábitat (2004) se entiende como “el usufructo equitativo de las ciudades dentro de los principios de sustentabilidad, democracia, equidad y justicia social”, y garantiza “salud pública, agua potable, energía eléctrica, transporte público y otros servicios sociales; la alimentación, vestido y vivienda adecuada; a educación pública de calidad y la cultura”. En suma, de disfrutar de los SE y del andamiaje social alrededor de ellos.

En ese sentido, reconocer la importancia, así como los riesgos e impactos ambientales, conflictos y amenazas a los que están sujetas las ANP de la CDMX permitirá disminuir su vulnerabilidad ayudando a orientar los esfuerzos hacia la conservación, restauración, supervisión, protección, vigilancia y mantenimiento de estas superficies (SEDEMA, 2020), así como de los medios y oportunidades de vida que representan. En resumen, la construcción de la gobernanza de las ANP y la soberanía del territorio que ello implica, como una herramienta para alcanzar la sostenibilidad.

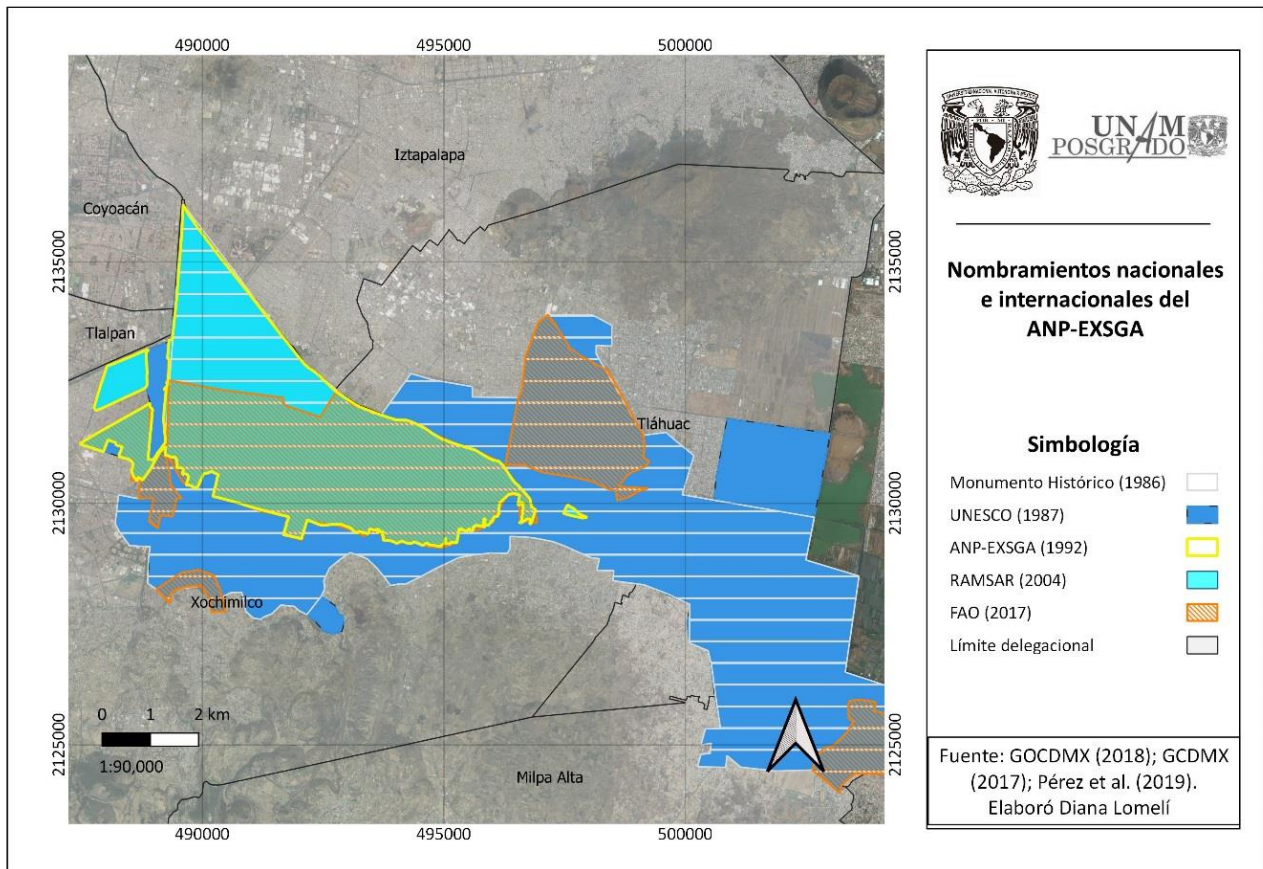


Figura 8.14. Nombramientos nacionales e internacionales en la zona de estudio.

Fuente: elaboración propia

### 8.3 Delimitación de unidades de paisajes y polígonos de componentes sociales

Como resultado de la sobreposición de mapas temáticos, se obtuvieron 20 unidades de paisaje al combinar los 15 elementos biofísicos mencionados en el método (figura 8.15 y ver Anexos). Las unidades más grandes corresponden a los números 10 y 11, que responden marcadamente al uso de suelo de agricultura de riego y al humedal.

Para las variables de componente social se encontraron 22 polígonos con características compartidas como producto de la combinación de 21 elementos (figura 8.16 y ver Anexos). La más extensa es la identificada con el número 16, que representa una gran superficie del suelo destinado a la producción agrícola y chinampera. Otra característica destacable es la concordancia de las unidades centrales con la zonificación de protección, de restauración y agrícola. Los indicadores de paisaje biofísico y social, así como los elementos que los conforman serán abordados más adelante, sin embargo, para fines ilustrativos, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.6. Indicadores y elementos que conforman las unidades sociales y de paisaje.

	<b>Indicador</b>	<b>Elemento</b>
<b>Entorno biofísico</b>	Geomorfología	Planicie lacustre Planicie aluvial
	Edafología	Phaeozem háplico Phaeozem gleyico Solonchak mólico
	Clima	BS1kw(w), seco semiárido Cb(w1)w), templado subhúmedo
	Uso de suelo y vegetación	Humedal
		Agricultura de temporal
Agricultura de riego		
Cuerpo de agua		
Infraestructura y uso público		
	Urbano	
	Bosque inducido	
	Pastizal	
<b>Entorno social</b>	Zonificación	Protección
		Agricultura y chinampería
		Restauración
		Infraestructura y uso público
	Tipo de asentamiento	Rural
		Urbano
	Población	Muy baja
		Baja
		Media
		Alta
Muy alta		
Actividades económicas	Primarias	
	Secundarias	
	Terciarias	
Nombramientos nacionales e internacionales	Monumentos Nacionales	
	UNESCO	
	ANP	
	RAMSAR	
	FAO	
Sitios Arqueológicos	Presencia	
	Ausencia	

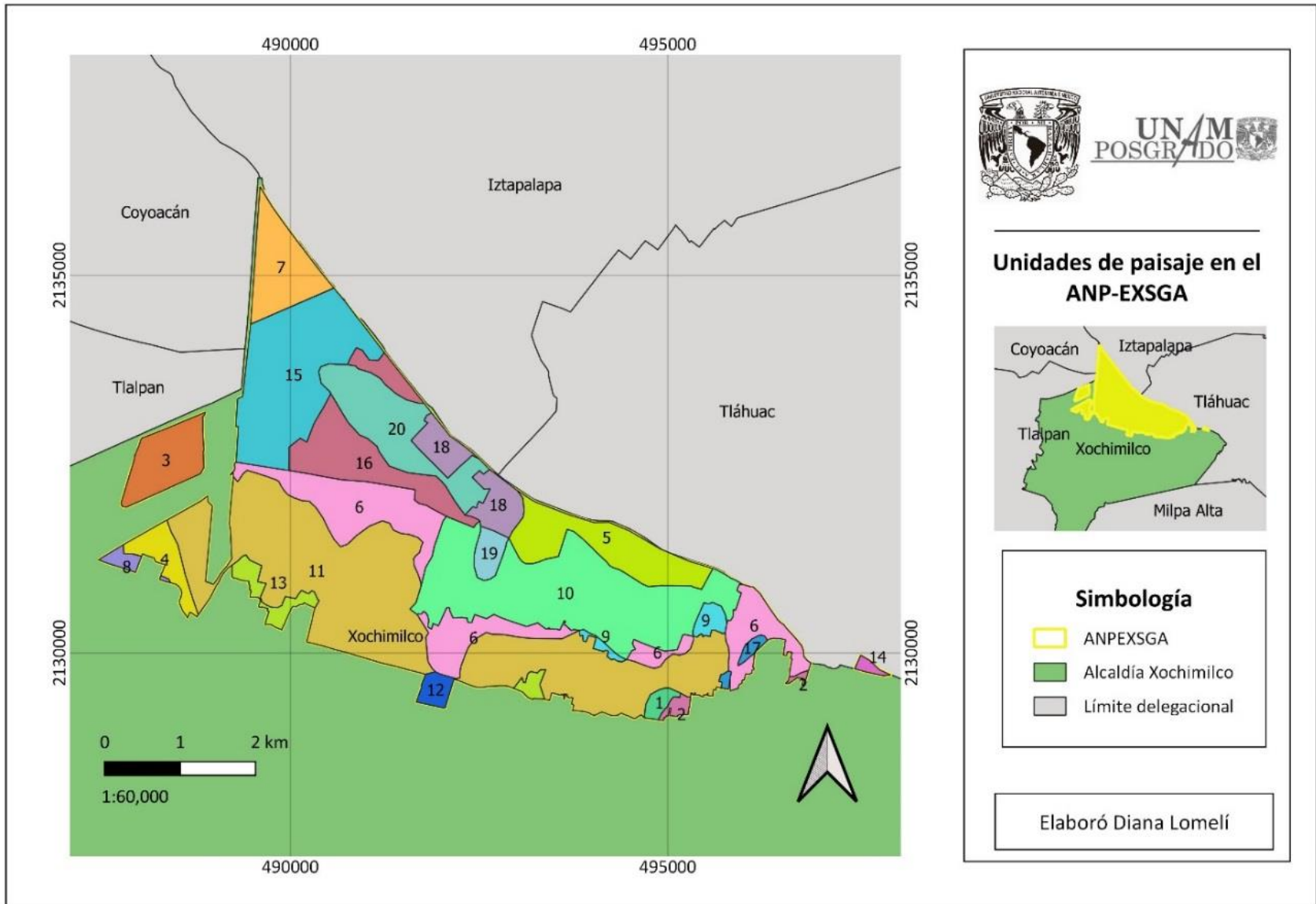


Figura 8.15. Mapa de unidades de paisajes del ANP-EXSGA



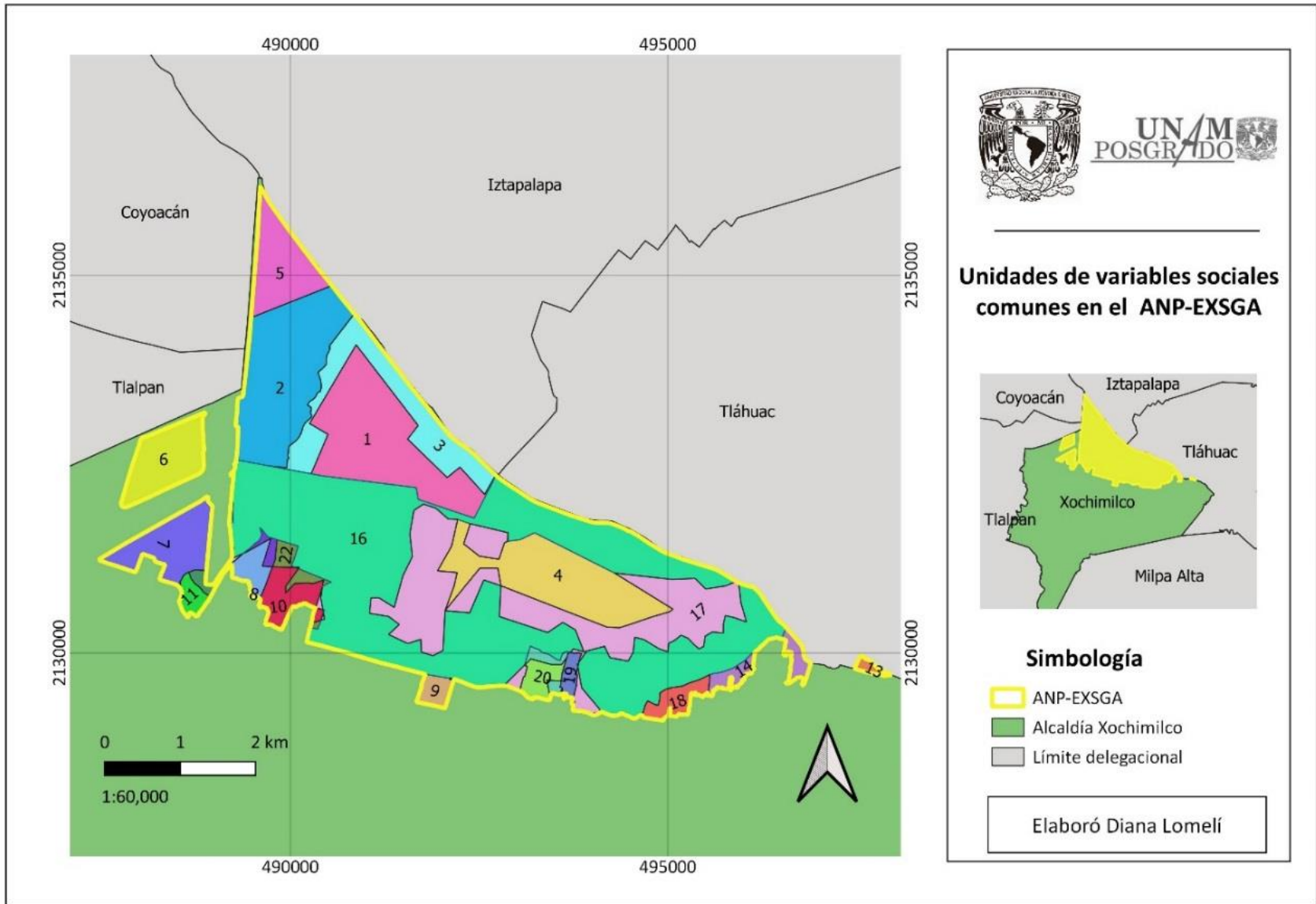


Figura 8.16. Mapa de polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA



#### **8.4 Impacto de los TCRCO en el ANP-EXSGA**

Con base en el método antes explicado se realizó la determinación del impacto de los TCRCO en cada polígono del paisaje y del entorno social:

En el caso de las unidades de paisaje, la variable más importante con respecto al impacto que podrían tener los TCRCO en la provisión de SE es el uso de suelo y vegetación, seguido de la edafología, la geomorfología y el clima, en ese orden. Para las variables sociales, la más importante es la zonificación del Programa de Manejo del ANP-EXSGA; es importante porque en ella se basan todas las actividades que se realizan al interior de la misma, desde el uso habitacional y, en consecuencia, la población, como las actividades económicas, los nombramientos nacionales e internacionales y los sitios arqueológicos.

En los polígonos de alto y muy alto impacto ya se pueden encontrar TCRCO, especialmente en el Ejido de San Gregorio Atlapulco (figura 8.17). El mayor impacto en el paisaje se presenta en los polígonos 2, 3, 5, 6, 7 y 16 (figura 8.18), al norte. En ellos predomina el esquema de agricultura y los remanentes de humedal; mientras que los del impacto más bajo están en la zona urbana, al suroeste, donde se asume que ya existe de por sí una menor provisión de SE. El polígono 3 es el único que no los presenta; dicha unidad pertenece al vaso regulador de Xochimilco. Ese polígono está aislado del resto del ANP y es de acceso restringido, lo que evita que se utilice para fines distintos a para los que fue creado.

Las maneras que tienen los camiones cargados con RCO para acceder al ANP-EXSGA son muy reducidas, por ejemplo, los polígonos al norte del ANP más impactados por TCRCO están cerca del acceso al Ejido por Av. Canal de Chalco, que, a su vez, colinda con Av. Periférico. Ambas avenidas tienen un alto tráfico de transporte de carga y conectan con la Alcaldía de Tláhuac, que es una de más afectadas por TCRCO (SEDEMA, 2018) debido a la presencia de grandes terrenos baldíos, así como remanentes de humedales y chinampas. Sería conveniente vigilar la accesibilidad de este tipo de transporte a la colindancia entre la Alcaldía de Xochimilco y Tláhuac, donde no hay sitios de disposición final ni de transferencia, por lo que no habría razón para que circulen por la zona.



Figura 8.17. Tiraderos clandestinos de RCD y otros residuos en el Ejido de San Gregorio Atlapulco.

Fuente: Diana Lomelí (noviembre 2020)

Para las variables sociales (figura 8.19), el mayor impacto potencial se presenta en el polígono 6, que corresponde a la Ciénega chica de Xochimilco, con acceso restringido para las personas. Los impactos más bajos se presentan en aquellos que no tienen una zonificación de protección o de producción agrícola y chinampera. Es de destacar que, a diferencia del alto impacto en el paisaje que sufre la zona urbana al sureste del ANP (paraje Toltenco), en el caso del entorno social este es muy bajo, debido a que en la zona los TCRCD sirven para el relleno de canales con el propósito del cambio de uso de suelo en favor de la construcción informal.

En muchos casos, los TCRCD localizados se encuentran en polígonos de alto y muy alto impacto, tanto social, como paisajístico, por lo que convendría prestar especial atención a esas zonas para evitar la expansión y/o la aparición de nuevos TCRCD; así como vigilar las zonas aledañas a ellos, pues son igualmente susceptibles.

El mayor riesgo ambiental que se presenta derivado de los TCRCD en el área son los lixiviados, en primer lugar, porque se ha probado que pueden poner en riesgo la calidad del agua subterránea (Weber *et al.*, 2002). Asimismo, los elementos derivados de los RCD varían de acuerdo con el origen de los materiales, la época en la que se construyó y si los materiales están combinados con otros, como maderas tratadas, metales o pinturas, por ejemplo. Los RCD en la CDMX poseen algunos metales pesados como cadmio, cromo, plomo y níquel y elementos como sodio, calcio, potasio, magnesio, hierro, fósforo y zinc (Lomelí, 2018). Algunos de esos minerales se asocian con la alcalinidad. En el ANP-EXSGA, la presencia de estos elementos podría empeorar las condiciones de salinidad de los suelos (Guevara *et al.*, 2015), afectando así el agua que se infiltra a través de ellos.

Por otro lado, los metales pesados han sido ampliamente estudiados en relación con los RCD y los lixiviados que de ellos se desprenden. Algunos metales se movilizan con mayor facilidad ante condiciones ácidas; estas condiciones no son, en general, el caso de los RCD, debido a las propiedades químicas antes mencionadas. De acuerdo con Townsend *et al.* (2004), los suelos pueden enriquecerse con metales pesados derivados de los RCD por tres vías principales: 1) la contaminación del suelo mezclado con los RCD; 2) materiales peligrosos como madera pintada o tratada y 3) el lixiviado de materiales peligrosos mezclados con los RCD.

La composición de los RCD podría resultar preocupante si se espera que de ello se obtengan alimentos. Algunos autores (Flores, 2017; Lomelí, 2018; Chen y Zhou, 2020) han mostrado interés por los metales pesados que pueden contener los RCD y sus efectos en el ambiente y el crecimiento de plantas. Sobre esto, Yu y colaboradores (2018) encontraron que los niveles de metales pesados como As, Cd, Cr, Cu, Pb, ni y Zn estaban por debajo de los niveles permitidos en suelos para cultivo; asimismo, Lomelí (2018) encontró que las concentraciones totales en mezclas de RCD con material orgánico no superaban los límites permisibles de acuerdo con la NOM-EM-034-FITO-2000 de la legislación mexicana.

En el caso del ANP-EXSGA las problemáticas de contaminación en suelo se dan principalmente en la zona chinampera (que está fuera del alcance del análisis de TCRCD de este estudio), en particular con la presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados, así como metales como el hierro, níquel, cobre, manganeso, zinc, vanadio, cromo, cobalto, plomo, estaño y cadmio (Bautista, 2015). De acuerdo con Vega (2010), la presencia de metales en las chinampas presenta un comportamiento cíclico, que se desprende de enriquecimiento de materiales provenientes del fondo de los canales (de origen ígneo). A su vez, estudios han mostrado un constante enriquecimiento de metales pesados en la zona debido al vertimiento de aguas tratadas

provenientes de la Planta de Tratamiento de Cerro de la Estrella en los canales (González-Pozo, 2016); algunos de esos metales son el manganeso, cadmio, cromo y plomo (Moreno *et al.*, 2012).

Otros estudios (Guevara *et al.*, 2015) muestran que en los suelos de Xochimilco la salinización y sodificación (altas concentraciones salino-sódicas) son procesos que tienen mayor presencia en la zona y que, además, reducen la productividad de las chinampas, propiciando su abandono y el deterioro ecológico. Los iones que se muestran en abundancia son  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$  y carbonatos  $\text{CO}_3^{2-}$ . Como resultado se observó una consistente medición de pH alcalinos (7.69-8.44) en los suelos muestreados y conductividades eléctricas de hasta de  $34.19 \text{ mS cm}^{-1}$  en los primeros horizontes. La calidad del agua de los canales de Xochimilco también se ve afectada por estas propiedades alcalinas; en ese respecto, Mendoza (2012) encontró altas conductividades eléctricas en muestras de agua de distintos puntos de muestreo de los canales a lo largo y ancho del ANP. La conductividad eléctrica es una medición que refleja la concentración de iones en solución.

La inmovilización de las nanopartículas y los lixiviados emitidos por los RCD se puede llevar a cabo mediante la adición de enmiendas orgánicas o el establecimiento de vegetación específica (i.e. pastos) (Flores, 2017) que permitan amortiguar el pH y/o ayudar a inmovilizar los metales que pudieran infiltrarse en la zona, en particular cuando no existe una geomembrana o una barrera física entre los RCD y el suelo.

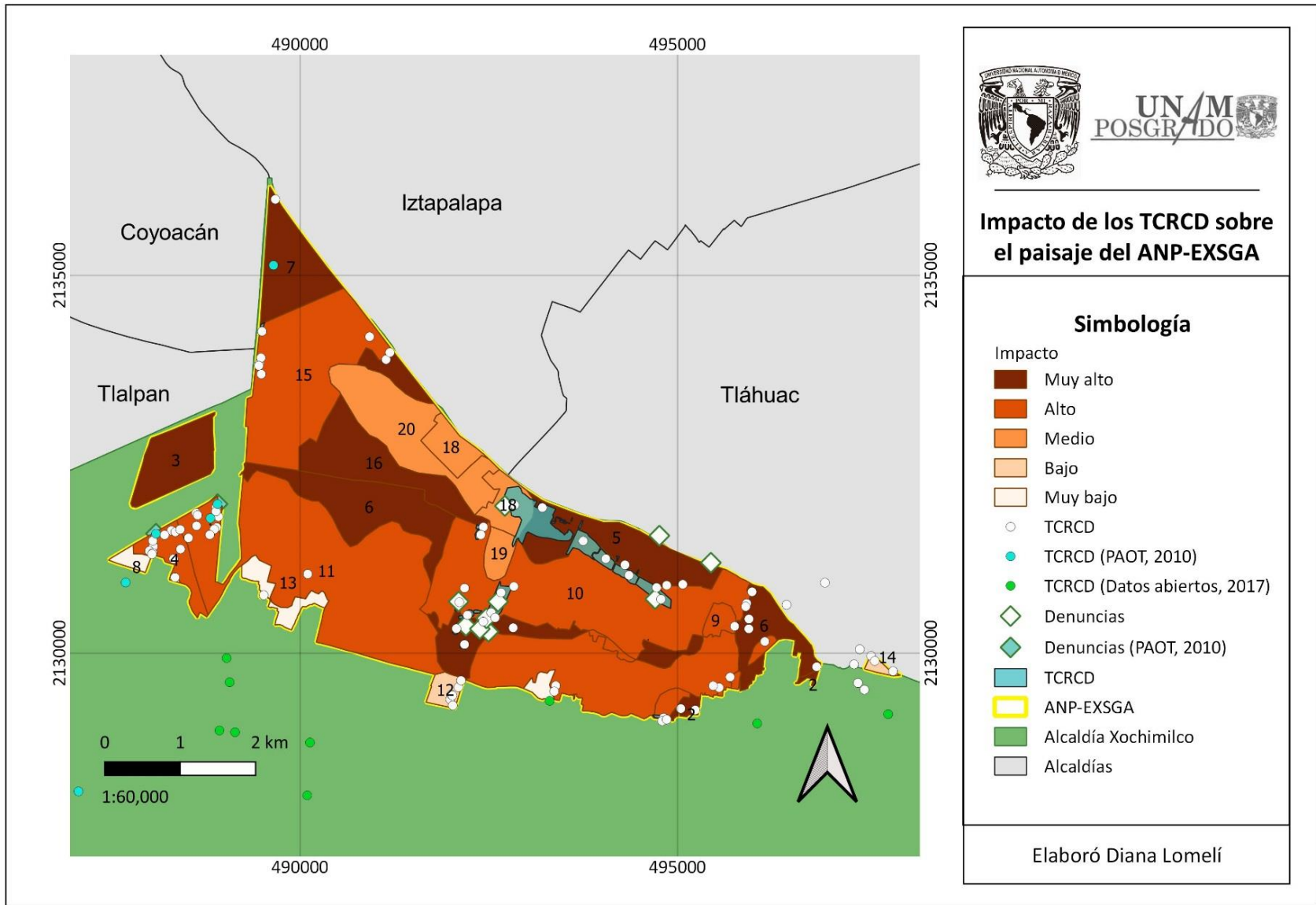


Figura 8.18. Impacto de los TCRCD sobre las unidades de paisaje del ANP-EXSGA.

Fuente: elaboración propia



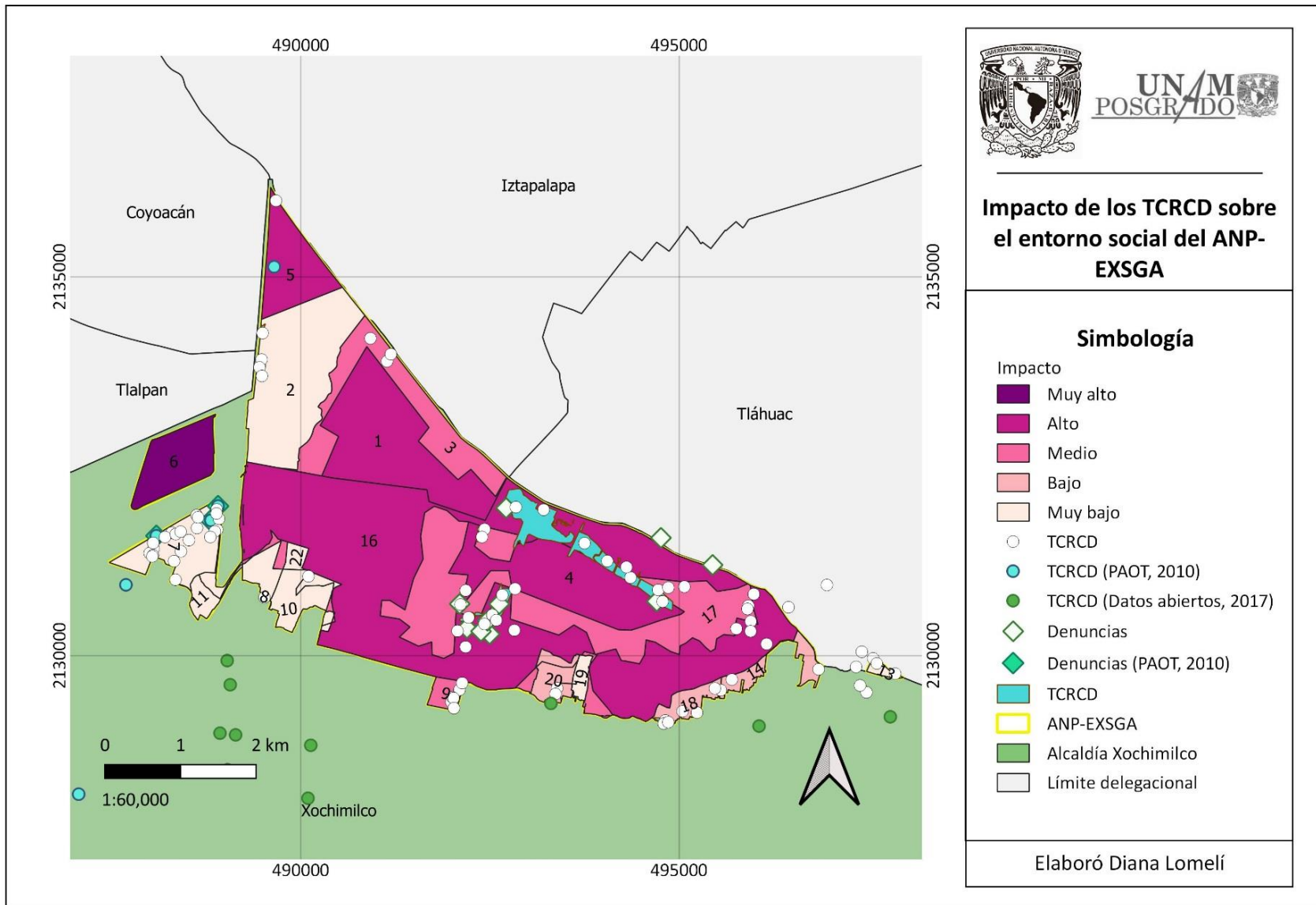


Figura 8.19. Impacto de los TCRCD sobre los polígonos de componentes sociales del ANP-EXSGA.

Fuente: elaboración propia

La tabla 8.7 muestra los resultados de los impactos económicos de los TCRCO localizados, según los indicadores previamente seleccionados.

Tabla 8.7 Impacto de TCRCO sobre los SE de 72 ha del ANP-EXSGA

Tipo	SE	Zonificación del ANP-EXSGA	Unidades del indicador	Resultado	Pérdidas económicas anuales (pesos mexicanos/US dólares)
Provisión			Parcelas agrícolas inhabilitadas (número de parcelas)	144	
	Provisión de alimentos	Agrícola y chinampera	Producción de verdolaga perdida anualmente (toneladas totales) *	2,058.48	2,081,061.53 /102,112.93
	Provisión de agua	ANP-EXSGA	Consumo de agua (personas por año)	3,787	
Regulación	Captura de carbono	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	Captura de carbono (toneladas de carbono orgánico total)	9,000	366,840 /18000
	Infiltración	Agrícola y chinampera/protección (humedal)/restauración	Infiltración (m <sup>3</sup> /año)	193,680	4,547,606.40 /223,140.64
<b>Total</b>					<b>6,673,898.33 /327,472.93</b>

\*con precios del 2018. Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el análisis realizado, los TCRCO en la actualidad cubren una superficie de casi 72 ha, lo que representa 144 parcelas de cultivos (y 144 ejidatarios) que están inhabilitadas para cualquier tipo de actividad. Si se toma en cuenta que en el ejido se producen principalmente verdolagas para venta y bajo la suposición de que se cultivan de manera regular, de esas 144 parcelas, podrían obtenerse anualmente 2060 toneladas de verdolaga, es decir, \$2,081,061.53 pesos (USD \$41,995,821.70) A estos valores habría que restarles los costos de producción, la siembra, la cosecha y los insumos. Esta depuración de los costos no se realizó porque no fue posible determinar los costos de producción.

Por otro lado, de acuerdo con lo propuesto sobre el COS del SC por Vela *et al.* (2012), en las 72 ha selladas por TCRCD en la zona de estudio, el contenido de COS perdido asciende a las 9000 toneladas, lo que representa, en términos económicos, una pérdida anual de casi \$400,000 pesos. En el estado de crisis ambiental y climática actual en el mundo, reestablecer la capacidad de un suelo para sostener los ciclos biogeoquímicos es importante porque el secuestro y almacenamiento de carbono puede ayudar a la mitigación del calentamiento global, provocado en gran medida por las altas concentraciones de carbono en la atmósfera (Vela *et al.*, 2012).

Por su parte, las 72 ha de suelo selladas por los TCRCD en la zona, generan una pérdida de infiltración de 193,680 m<sup>3</sup> de agua anualmente, lo que representaría, a largo plazo, el abastecimiento diario de consumo de agua de 3,787 personas, considerando un consumo de 150 L/persona/día (CONAGUA, 2018). Al traducir estas cifras en costos, resulta en una pérdida de más de \$4 millones de pesos anuales, por el pago del servicio para esa cantidad de agua no infiltrada. Este es uno de los problemas más graves con los que se enfrenta el ANP-EXSGA y, en particular, la CDMX, debido a las sequías que ha impactado al país durante el presente año (2020 y 2021) (SMN, 2021).



# Capítulo 9

## Estrategias

Dado que existen principalmente dos tipos de TCRCD en el ANP-EXSGA, uno en zonas urbanas y otro en áreas rurales, se propone que el manejo de los RCD en cada área se haga de manera diferenciada. Esto debido a las condiciones de cada área en cuanto a vías de acceso y los métodos de recolección de los que se puede echar mano. Por un lado, los TCRCD en zona rural son los más grandes en cuanto a superficie y volumen, por lo que el retiro y posterior manejo es un procedimiento que requiere de mayores esfuerzos, en comparación con los TCRCD más puntuales y pequeños localizados en zonas urbanas que deberían –y que son ya gestionados– por el gobierno local.

Para el primer caso, se propone una estrategia de rehabilitación del suelo mediante recubrimiento y mezcla con material orgánico (composta) en parcelas experimentales para cultivo y el restablecimiento de especie nativas, de acuerdo con la zonificación en la que se encuentran los TCRCD. Dicha rehabilitación contempla la creación de un tecnosol o suelo artificial. La propuesta que aquí se hace es únicamente experimental, por lo que, a reserva de los primeros resultados, se podría o no escalar el proyecto a una mayor superficie.

Para el caso de los TCRCD en zonas urbanas, se propone la recolección, separación y aprovechamiento de RCD para la producción de adoquines, ampliamente utilizados en la Alcaldía para mejorar el espacio público, y para la construcción de banquetas y otras obras menores.

A continuación, se describen ambas propuestas:

- 1) Rehabilitación de suelo en zonas rurales
- 2) Recolección y reutilización en zonas urbanas

### **9.1 Propuesta de rehabilitación de zonas rurales con presencia de TCRCD**

Tomando en cuenta los resultados de esta investigación, es evidente que los efectos negativos del tiradero sobre el Ejido de San Gregorio Atlapulco están directamente

relacionados con el sellamiento del suelo por los RCD. Debido a lo anterior, se han identificado las siguientes propuestas de solución:

- a) Retiro de cascajo para procesamiento *ex situ* y posterior rehabilitación del Ejido
- b) Rehabilitación de parcelas para cultivo manteniendo los RCD

La opción a) en cuanto a la parte económica requiere una inversión importante de tiempo y capital para remover el material acumulado a lo largo de los años. Esto incluiría la remoción del material, su separación, su trituración, la cobertura de los costos de transportación, así como el almacenamiento en los sitios de disposición final autorizados (Cuemanco a 5.6 km y Concretos Reciclados S.A. a 5.8 km de distancia). Estos costos no serían fijos, debido a que el volumen de RCD en el Ejido es desconocido. Esta es una inversión de gran envergadura que no puede ser cubierta por particulares, en este caso, los ejidatarios, por lo que se requeriría una importante combinación de capital humano y económico, de origen privado y público para su realización. La cuestión económica es la principal limitante de esta alternativa; aunque el retiro de los RCD puede favorecer la recuperación ambiental de la zona, disminuyendo los impactos ambientales a largo plazo.

Con la opción b) se minimizan los costos del uso de maquinaria para el transporte y los otros listados más arriba. Por su lado, muchas de las actividades pueden llevarse a cabo con maquinaria perteneciente al ejido y a la CORENADR, que se encuentra muy cerca del sitio y cuenta con acceso desde sus instalaciones en San Luis Tlaxialtemalco. La participación gubernamental, en ese sentido, en lugar de representar un gasto monetario o de contratación, podría transformarse en una aportación en especie o la canalización de esfuerzos de la plantilla de personal y funcionarios públicos. En ese caso, la inversión necesaria para la realización del proyecto fungiría como un gasto público ya contemplado en los presupuestos de mantenimiento del ANP-EXSGA; por lo que es económicamente viable.

De acuerdo con lo anterior mente expuesto, la opción b) es más asible económicamente hablando, pero también es la que implica un mayor involucramiento y participación de actores y en la que se puede aspirar a la reconstrucción de la identidad de los ejidatarios de San Gregorio Atlapulco, así como a la rehabilitación del socioecosistema en esa zona; estas características son todas deseables para la transición del ANP-EXSGA hacia la sostenibilidad. Es por ello que, a continuación, se mostrará la viabilidad de realización de

un proyecto de esa naturaleza, así como los pasos estratégicos concretos para llevarla a cabo.

#### 9.1.1 Evaluación de viabilidad de la propuesta

Uno de los indicadores más favorables para la realización de un proyecto como el de la rehabilitación de parcelas es que es una idea que los miembros del Comisariado Ejidal y ejidatarios de San Gregorio Atlapulco han pensado que se acomoda mejor a sus necesidades y objetivos. Tan es así, que después del comienzo de esta investigación, a mediados del año 2020, lo plantearon ya ante la autoridad correspondiente, la CORENADR. El planteamiento de las pretensiones del Comisariado incluía mantener el cascajo y adicionar material orgánico con características propicias para el cultivo.

Por otro lado, el objetivo de la propuesta es rehabilitar, es decir, recuperar SE potenciales por medio de la creación de un tecnosol. En este caso, se busca generar ingresos, fomentar la cohesión y el sentido de identidad dentro del ejido y generar las condiciones para que la vegetación nativa se reestablezca. En todo caso, se asumirán los riesgos ambientales que de ella se puedan desprender.

#### 9.1.2 Fases estratégicas de realización de la propuesta

En términos prácticos, la rehabilitación se diferencia de la restauración porque la primera pretende recuperar funciones o procesos de un ecosistema sin necesariamente reestablecer una condición previa, que sí es el objetivo de la segunda (Meffée *et al.*, 1997). La rehabilitación del sitio permitirá la recuperación de algunos servicios ecosistémicos de interés; en este caso, específicamente los servicios de provisión del suelo con actividades agropecuarias, aunque no se descarta el restablecimiento de vegetación nativa. Dado que se asume que los suelos del sitio han perdido ya sus funciones ecosistémicas, es posible plantear la rehabilitación de la zona mediante la descompactación del material y la subsecuente creación de un suelo artificial o tecnosol, que permita la incorporación de los RCD en el sistema, como lo plantearon Abbruzzini, Mora y Prado (2021).

#### *Objetivo*

Reusar los RCD existentes en el Ejido de San Gregorio y material orgánico para generar un tecnosol que sirva para rehabilitar algunas funciones ecológicas del sitio.

En ese sentido, se utilizarían los RCD para terminar de rellenar los terrenos que presentan hundimiento, nivelar la zona y habilitar algunos caminos de acceso desde Av. Canal de Chalco. Posterior a ello, poner una capa de materia orgánica para que algunas parcelas puedan ser utilizadas para cultivo o para el establecimiento de vegetación. Es importante anotar que cualquier intento de restauración, conservación o rehabilitación de suelo es un proceso que requiere tiempo, en especial porque es necesario hacer pruebas de adaptación en distintas especies para asegurar el establecimiento de cobertura vegetal.

### **Fase 0: Solicitudes y permisos**

Esta fase de apertura es la más importante porque sin ella el resto de las fases no podrán realizarse. En primer lugar, será necesario que se realice una reunión entre los ejidatarios y la academia para decidir la dirección de la propuesta y sus alcances, que todos estén de acuerdo con lo que se va a presentar a las autoridades. Sin embargo, serán los ejidatarios quienes tomen las decisiones y dirijan la iniciativa, sin su participación no será posible llevarla a cabo. Los miembros del comisariado y otros ejidatarios interesados en la propuesta deberán hacer una labor de convocatoria importante para reunir al menos un par de asambleas mayores a las habituales, donde sea posible alcanzar a otros miembros para que se sumen, mientras más, mejor. Las convocatorias pueden hacerse boca a boca, por teléfono o buscando a cada ejidatario en sus domicilios; dado que son más de 800, esta labor llevará al menos un mes. Durante ese tiempo, la academia deberá estructurar propuestas para presentar en la asamblea y realizar al menos un par de talleres para coleccionar las opiniones de los ejidatarios asistentes para, posteriormente, presentarlas ante las instituciones y dar seguimiento del proceso. La academia intervendrá colaborando con recursos humanos para la realización de las reuniones, los informes y textos necesarios para presentar a la asamblea ejidal y a las autoridades.

En asamblea, los ejidatarios deben decidir colaborar con su tiempo y disposición para solicitar los permisos necesarios, así como solicitar y realizar las reuniones que sean pertinentes con las autoridades y los académicos. Las reuniones de la asamblea se realizan en un salón que se destina para eso en una de las entradas al Ejido. Este segundo momento tomará al menos otro mes, a esto hay que sumarle una mesa adicional para el procesamiento del resolutivo de la asamblea y los ajustes de la propuesta. Los primeros permisos a solicitar corresponden a la SEDEMA por la intervención del espacio de la ZSCE Ejidos de San Gregorio, la reunión incluiría un aviso y un acuerdo porque mientras se

apeguen al Plan de Manejo, los ejidatarios pueden decidir cómo intervenir el espacio, por otro lado, las gestiones con SEDEMA también incluye la solicitud de los árboles que se planean usar para la rehabilitación del sitio, por medio del programa Reto Verde de la Ciudad de México, con el fin de contribuir con el objetivo de los 10 millones de árboles sembrados.

Asimismo, se necesitan reuniones con la Alcaldía para incluirlos e interesarlos en el proyecto para participar en la recuperación de las zonas de Patrimonio, que por Ley está obligada a fomentar con el presupuesto que se aparta para ello y utilizarlo para la renta de maquinaria. La Alcaldía también es quien debe gestionar con la SOBSE la entrega de la composta que se utilizará en el proceso de rehabilitación, los costos de esta operación son desconocidos, sin embargo, todas las alcaldías reciben mensualmente composta del Bordo Poniente para las áreas verdes, según la soliciten. Además, otra posibilidad, es obtener composta de la planta de composta Axolotl, que se encuentra a sólo unos metros del acceso norte del Ejido de San Gregorio. Serán la academia y los representantes del Ejido quienes se trasladen a los sitios de reunión, en este caso la Alcaldía y CORENADRDR (que administra las ANP de la Ciudad de México), que se encuentran en la misma demarcación. Esta fase debería tomar como máximo 9 meses, la temporalidad de cada momento del proceso se ilustra en la figura 9.1.

### **Fase I: Preparación del terreno**

En esta primera etapa, será necesario ocupar maquinaria especial, porque entre los montículos de cascajo se pueden encontrar trozos de muros, columnas y carpeta asfáltica. Se requerirán un par de retroexcavadoras y un triturador móvil para remover los fragmentos más grandes de RCD y triturarlos para que sea más fácil su movilización y acomodo. Para la trituración es posible solicitar la maquinaria a la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México (SOBSE), a través de la Jefatura de Unidad Departamental de Operaciones y Mantenimiento de Maquinaria. Este material triturado con textura tamaño grava y menor se podrá utilizar como base para aplanar el terreno y mejorar los caminos de acceso al Ejido, con ayuda de un tracto compactador. La movilización del material para nivelar el terreno requerirá de al menos un camión de volteo de 7 m<sup>3</sup>. Según lo observado en las imágenes satelitales, son 8 ha las que necesitan ser redistribuidas, por lo que se estima que la realización de los trabajos lleve un mes. Los costos de la maquinaria pueden ser consultados en la sección de Anexos. La temporalidad de esta fase se muestra en la figura 9.1.

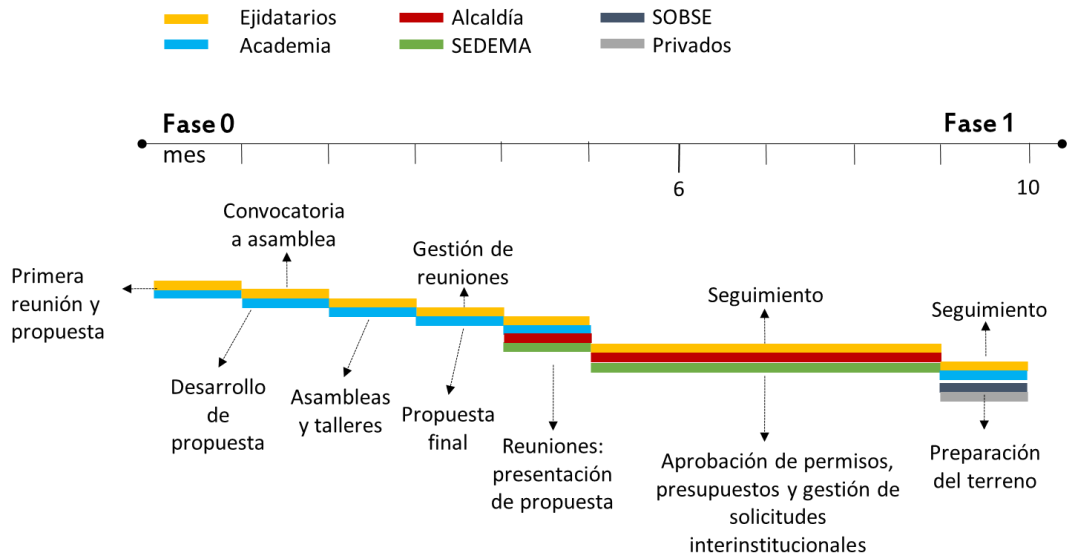


Figura 9.1. Cronograma de actividades de las fases 0 y I. La longitud de las líneas indica la duración de cada actividad en meses.

## Fase II: Rehabilitación del suelo en parcelas e implementación de tecnosoles

Una vez reacomodados los RCD, se propone implementar una parcela experimental de media hectárea dividida en cuatro secciones iguales. Esto es equivalente a la superficie de algunas de las parcelas ejidales. Tres de las secciones serán destinadas a probar la viabilidad de cultivo, mientras que la otra servirá para empezar a reestablecer vegetación nativa. Este proceso de rehabilitación contempla la participación imprescindible de los ejidatarios, para garantizar que se lleve a término y de buena manera la fase experimental. La temporalidad de esta fase se muestra en la figura 9.2.

- 1) La participación de los ejidatarios se conseguirá con la organización de asambleas por parte del Comisariado. Por su parte, la academia impartirá un taller gratuito sobre la generación de composta para atraer a una mayor cantidad de personas al proyecto. Los talleres se darán en varias sesiones, al menos dos sesiones por grupo de asistentes, quienes tendrán que proveer algunos materiales fáciles de conseguir, como hojas secas y residuos orgánicos; los talleres podrán realizarse en el salón de las asambleas del Ejido, con un límite de 20 personas por taller, para mantener un mejor orden. La convocatoria será hecha por vía telefónica o con visitas a las familias, según sea el caso. La intención será que los propietarios de las parcelas seleccionadas o de otras que

también estén cubiertas de cascajo sean los que retomen las labores de cultivo, sin embargo, es importante tomar en cuenta que lo ideal sería que la tierra fuera trabajada por agricultores con algo de experiencia y con prácticas establecidas, para evitar resultados confusos en cuanto a la productividad. De los 100 ejidatarios que asisten a las asambleas regularmente, la mitad tienen alguna actividad en su parcela, por lo que el objetivo de las asambleas será sumar a al menos otros cuatro ejidatarios que quieran producir en el “nuevo” suelo del Ejido de manera experimental y que la decisión sea tomada en consenso y con el involucramiento de la mayor cantidad de ejidatarios posibles.

Lo siguiente será seleccionar las parcelas que se cubrirán con suelo nuevo y, con ello, al grupo de ejidatarios que se quiera sumar, así como las especies. En este caso, parcelas que queden más accesibles desde el camino principal serían ideales para facilitar la labor. En la figura 9.4 se muestra la propuesta de distribución de las parcelas experimentales y la cobertura vegetal que se pretende incentivar en cada una.

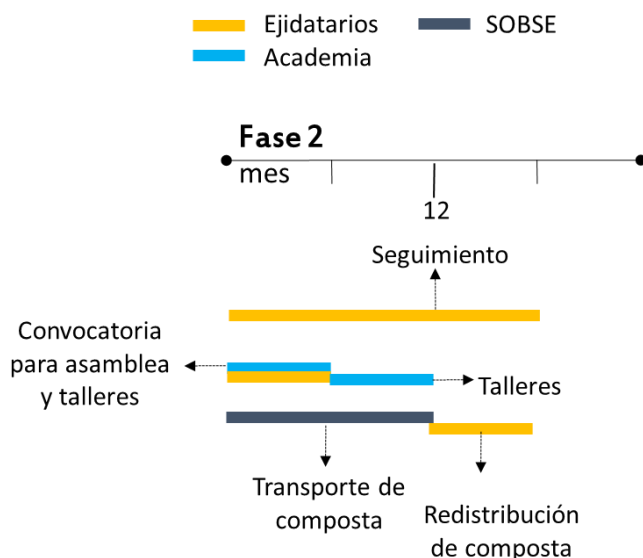


Figura 9.2. Cronograma de actividades de la fase II. La longitud de las líneas indica la duración de cada actividad en meses.

- 2) Después de que el terreno cubierto por RCD quede nivelado, será necesario que la SOBSE, con los camiones de volteo con composta, agreguen el suelo nuevo. Una vez colocado el material orgánico en el sitio elegido, los ejidatarios lo redistribuirán en la parcela con ayuda de un tractor (propiedad del Ejido) y prepararán el terreno para la

siembra. Se propone una mezcla de material inorgánico tamaño arcilla-limo (se puede obtener de la trituración de los RCD) y composta, con profundidad de al menos 10 cm (figura 9.3). Esta mezcla de sustrato deberá tener una proporción mayoritariamente inorgánica y representará un horizonte de transición entre los RCD y el suelo fértil, para amortiguar los efectos del cascajo sobre el nuevo suelo. Esta combinación de tamaño de partículas le conferirá al suelo propiedades importantes, como incrementar su capacidad de retener agua y mantener la aireación. Posteriormente, será necesario colocar una capa de materia orgánica con un espesor de unos 30 cm, que permitirán la labranza adecuada para especies como el maíz, que es la que requiere de mayor profundidad (FAO, s.f.). Con lo anterior en mente, el volumen requerido para la realización de esta prueba será de 2000 m<sup>3</sup>.

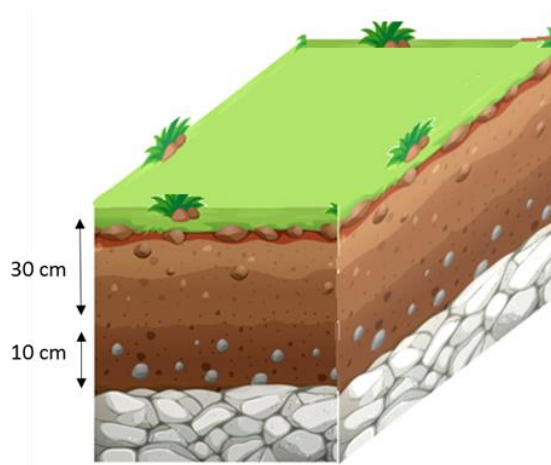


Figura 9.3. Espesor de las capas de suelo y RCD sugeridas.

Sería ideal conseguir la composta producida en la Alcaldía de Xochimilco por medio de la planta de composta Axotl; sin embargo, no hay información suficiente que permita determinar si esa fuente de la fracción orgánica sea viable para la realización de esta propuesta. Debido a lo anterior, se considera solicitar el material orgánico a la Planta de composta del Bordo Poniente, que produce hasta 912, 500 ton/año, además, esta planta cuenta con camiones de volteo de 16 m<sup>3</sup> (SEDEMA, 2018) que permitirían movilizar el material con menos viajes desde la planta hasta el sitio (16 km). Este material orgánico también puede ser solicitado a la planta de composta Axotl, que está muy cerca del sitio, aunque el volumen de producción de composta de dicha planta es desconocido. Otra opción viable sería la de incorporar material del dragado de los canales que se recupera de manera regular.



Es muy importante que se hagan análisis fisicoquímicos en laboratorio antes y después de adicionar los materiales para formar los tecnosoles, según como lo indica la normatividad vigente para el muestreo, especificaciones de fertilidad y salinidad de suelos, la NOM-021-RECNAT-2000. Para ello es necesaria la colecta de muestras aleatorias (puede ser mediante la técnica del cuarteo) de los RCD, de la composta y del tecnosol en distintos puntos. Esto con el fin de realizar análisis más especializados en laboratorio, como pH, conductividad eléctrica, densidad real, densidad aparente, iones mayores, capacidad de retención de humedad, nitrógeno, metales totales y disponibles.

### Fase III. Monitoreo y mantenimiento de las parcelas

Para los cultivos se propone utilizar maíz (*Zea mays*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*), por ser las especies que se siembran en el Ejido. Las semillas de maíz y verdolagas se obtendrán de los ejidatarios. Por otro lado, la vegetación representativa de la zona es el pasto salado *Distichlis spicata* y *Eragrostis obtusiflora*, así como el ahuejote (*Salix bonplandiana*) (Aranda, 2004). Los ahuejotes se reproducen en el Vivero Nezahualcóyotl (SEDEMA, 2020) que está a 1 km de la entrada norte del Ejido. Esta especie se adquirirá por vía de la SEDEMA en modo de esquejes, que serán recogidos en el vivero en una camioneta de los ejidatarios.

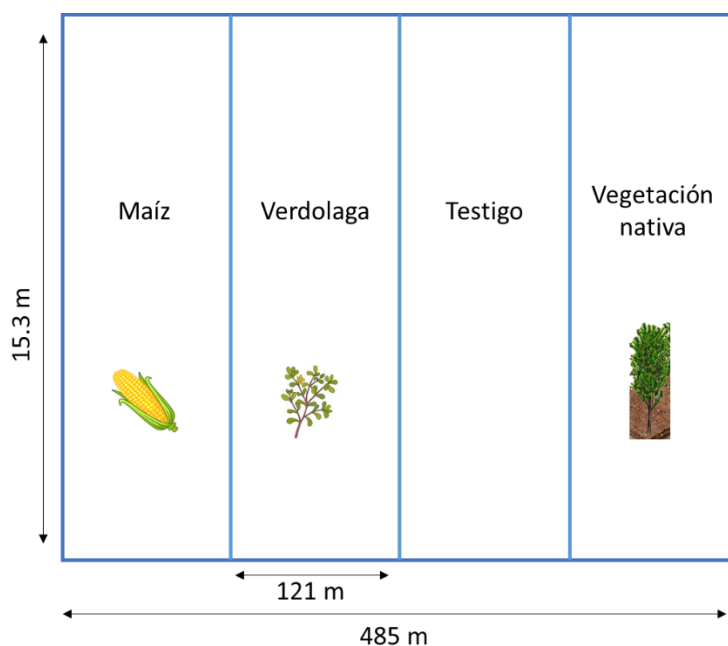


Figura 9.4. Propuesta de distribución, dimensiones de parcelas experimentales y sus coberturas.

Los ejidatarios comenzarán con la siembra de las especies elegidas según la temporada. El Ejido utiliza riego, por lo que el agua requerida será puesta por ellos. A su vez, se evaluarán al inicio y al final del ciclo de cosecha las propiedades fisicoquímicas del suelo con técnicas de campo, que sean reproducibles y baratas para que los ejidatarios puedan realizarlas. En ese sentido, será necesario realizar algunos talleres de capacitación para el mejor entendimiento de las propiedades de los suelos, así como para la enseñanza de la aplicación de técnicas de muestreo en suelo y agua. Dichas capacitaciones serán realizadas por la academia considerando una sección teórica y otra práctica.

Se espera que se evalúen los datos fisicoquímicos del suelo al inicio y al final de cada ciclo de cultivo (6 meses en el caso del maíz, que es el que requiere mayor tiempo). Para realizar estas pruebas será necesario que la academia provea el manual de descripción de suelos en campo de Siebe *et al.* (2016); este manual no tiene costo, pero requerirá de la compra de material sencillo, como tiras de pH. Se requerirán de al menos dos talleres con los responsables designados en asamblea y con cualquiera que quiera implementar estas técnicas para comprender mejor e interpretar los resultados obtenidos de las parcelas. Estos talleres serán provistos por la academia en el sitio de la parcela a intervenir porque requiere trabajo en campo. La temporalidad que se estima para esta fase se muestra en la figura 9.5.

En otro orden de ideas, sería deseable la transición a prácticas agroecológicas para mantener la fertilidad de las parcelas y el mejoramiento del rendimiento de los cultivos, en las que se pudiera reincorporar el rastrojo o cobertura, hacer rotaciones de cultivo, utilización de abonos orgánicos, entre otros (FAO, s.f). Aunque esto sería deseable, se mantendrán las técnicas agrícolas que decidan los ejidatarios.

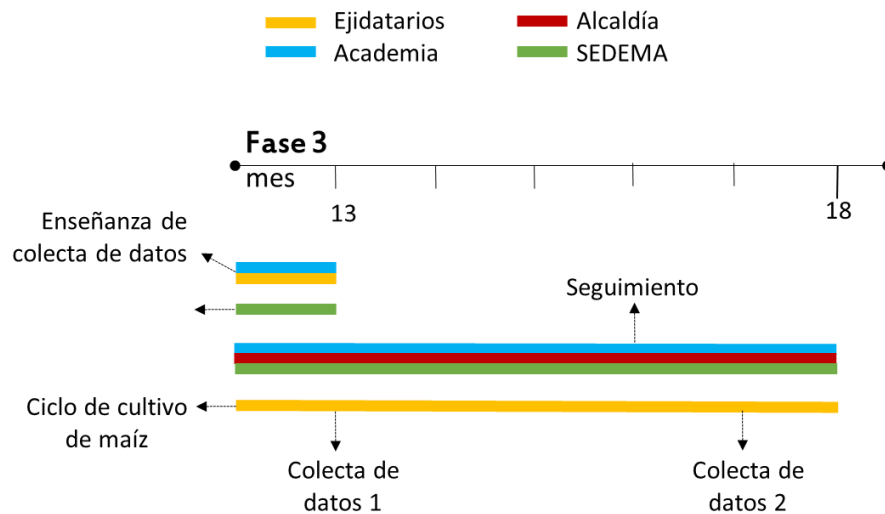


Figura 9.5. Cronograma de actividades de la fase III. La longitud de las líneas indica la duración de cada actividad en meses.

#### Fase IV. Evaluación de resultados

Para verificar la viabilidad del proyecto los ejidatarios realizarán una valoración de la producción total de maíz y verdolaga en un ciclo de cultivo (aproximadamente 6 meses para el maíz). Se contempla la elaboración de un reporte y la entrega de los resultados obtenidos por parte de los Ejidatarios a las autoridades, este reporte será redactado por la academia e impreso por la misma. La entrega del reporte también contempla una presentación con los resultados relevantes del proceso, estas reuniones se realizarán en las instalaciones de cada una de las dependencias en compañía de los representantes del Ejido y la academia. Una vez concluida la primera cosecha se decidirá si se realiza o no la implementación de otras parcelas, para ello se tendrán que tomar en cuenta la viabilidad de los cultivos y la productividad en el caso del maíz y la verdolaga, mientras que en el caso del ahuejote se tendrá que revisar la sobrevivencia de las plántulas y su crecimiento. El testigo servirá para saber si las especies nativas como los pastos se establecen de manera natural sobre el suelo rehabilitado y para comparar las propiedades del suelo entre cosecha y cosecha.

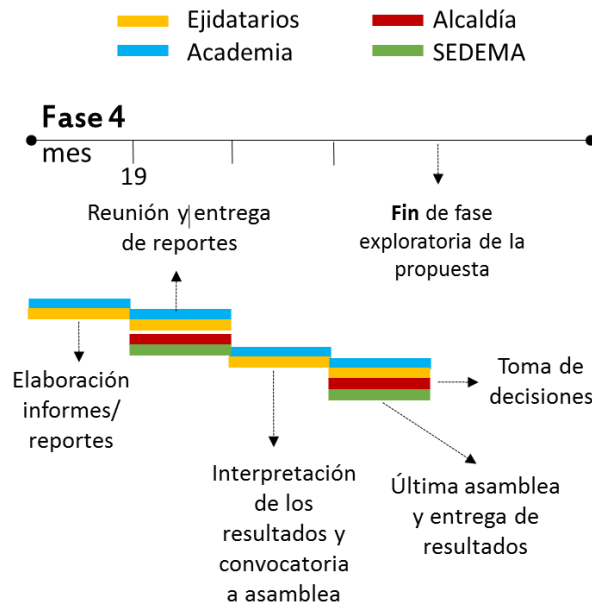


Figura 9.6. Cronograma de actividades de la fase IV. La longitud de las líneas indica la duración de cada actividad en meses.

Para esta fase será muy importante la comunicación de los resultados y la invitación para todos los ejidatarios a sumarse al proyecto. Una vez teniendo los datos, será necesario llamar a una asamblea en la locación antes mencionada y con los mismos medios para presentar los hallazgos en el primer ciclo de cultivo, esto podría llevar un par de semanas para convocar a todas las personas posibles para la presentación de los resultados. Se espera que con la primera cosecha de maíz y verdolaga se pueda hacer un guiso o preparar tortillas para convidar a representantes institucionales y llamar la atención de los ejidatarios para sumarse en esta reunión de cierre de la fase experimental de la propuesta de rehabilitación. Para realizarlo se requerirá la aportación en especie y recursos humanos de algunas familias del Ejido. La academia entregará a los ejidatarios los resultados de la investigación previa y de la rehabilitación del ejido en formato impreso y con lenguaje accesible, así como una USB con un compilado de tesis y documentos en los que se traten temas relativos al Ejido y un índice impreso del contenido de la compilación.

La decisión de continuar progresivamente con el resto de la superficie del tiradero y con qué método deberá ser tomada en asamblea por los ejidatarios y comunicada a la SEDEMA y a la Alcaldía. En acuerdo, se revisará la posibilidad de rehabilitar otras parcelas, cubrir la superficie con menor espesor de materia orgánica, retirar una parte del cascajo o permitir que poco a poco se reincorpore el tiradero al paisaje. De ser necesario, se solicitará una

asamblea adicional porque se comprende que el acuerdo no siempre se consigue en el primer intento. El cronograma de esta fase se muestra en la figura 9.6.

### 9.1.3 Resultados esperados

Realizar esta propuesta requerirá de aproximadamente 22 meses (casi dos años) para terminar con la primera fase de evaluación. En ese tiempo, si se lleva a cabo con éxito, se espera la participación activa de los ejidatarios pues, como se vio en el apartado anterior, su involucramiento es indispensable. Después de este primer ciclo de trabajo, se espera una mejora en los ingresos y la cohesión entre los ejidatarios que participen y una rehabilitación paulatina del ecosistema a través de la reincorporación de cultivos y especies nativas para la recuperación de los servicios ecosistémicos del ANP. Aunque lo más importante sería el fortalecimiento del tejido comunitario de los ejidatarios, el mejoramiento de las relaciones sociales entre la comunidad y con las instituciones para garantizar el progreso del trabajo y la recuperación de su poder de acción, que en términos del bienestar significa la libertad de elegir y de actuar. Lo anterior contribuiría al mejoramiento del bienestar por medio de la obtención de seguridad y materiales básicos para la buena vida porque permite el acceso a recursos, empleo y el incremento de la seguridad financiera y de patrimonio; en el ámbito de la salud, la cobertura del tiradero evita la volatilización de partículas finas que podrían ser perjudiciales para la salud.

#### 9.1.4 Actores, recursos y financiamiento

En la tabla 9.1 se desglosan los actores clave y el tipo de intervención que tienen en cada una de las fases de la propuesta, así como el tipo de recurso o insumo que pueden aportar en cada etapa.

Tabla 9.1. Actores involucrados y tipo de intervención en el proyecto

	Duración estimada	Actores	Actividades	Tipo de recurso	
				Inmaterial	Material
Fase 0	9 meses	Ejidatarios	Primera reunión con la academia	Tiempo, recursos humanos	Salón de reuniones
			Convocatoria a asamblea y organización de esta		Llamadas telefónicas, salón de reuniones
			Gestión y solicitud de reuniones con instancias de Gobierno		-
			Presentación de la propuesta con instancias de Gobierno		-
			Seguimiento de la aprobación de los permisos y las gestiones interinstitucionales		Llamadas telefónicas
		Academia	Primera reunión para delinear la propuesta		Rotafolios, plumones
			Planteamiento de la propuesta y preparación de talleres		Escrito, impresiones
			Realización de talleres		Rotafolios, plumones
			Redacción de una propuesta concreta y presentación en reunión con instancias de Gobierno		Presentación, propuesta impresa
			Seguimiento de la aprobación de los permisos y las gestiones interinstitucionales		Llamadas telefónicas

		Reunión con ejidatarios y academia		Sala de reuniones, proyector	
	Alcaldía de Xochimilco	Gestión y aprobación de permisos y presupuesto para renta de maquinaria	Recursos humanos	Gestión administrativa, financiamiento (\$266,153.00)	
		Reunión con ejidatarios y academia		Sala de reuniones, proyector	
	SEDEMA	Gestión y aprobación de permisos para la intervención de ANP	Recursos humanos	Gestión administrativa	
Fase I	1 mes	SOBSE	Préstamo de maquinaria trituradora de RCD	Recursos humanos	Maquinaria
		Privados	Redistribución de RCD	Recursos humanos	Maquinaria
		Ejidatarios	Seguimiento de las operaciones	Recursos humanos	-
		Academia	Seguimiento de las operaciones	Recursos humanos	Acompañamiento
		Convocatoria a asamblea y talleres		Salón de reuniones, llamadas y visitas	
Fase II	3 meses	Ejidatarios	Asistencia a talleres	Tiempo, recursos humanos	Hojas secas, materia orgánica, cajas de cartón y bolsas plásticas
			Redistribución de composta y preparación del terreno para cultivo		Tractor
			Seguimiento de las operaciones		-
		Academia	Preparación de talleres	Tiempo, recursos humanos	-
			Impartición de talleres		Rotafolios, plumones
	SOBSE	Transportación de composta	Recursos humanos	Composta, camión de volteo	

Fase III	6 meses		Colecta de los esquejes de ahuejote en el vivero Nezahualcóyotl		Camioneta		
			Aprendizaje de colecta de datos		-		
		Ejidatarios	Siembra de especies para cultivar y reforestar	Tiempo, recursos humanos	Palas, picos, semillas		
			Riego, deshierbe, cosecha		Agua, machete		
			Colecta de datos		-		
		Academia	Preparación e impartición de talleres	Tiempo, recursos humanos	Tiras pH, manual impreso,		
			Seguimiento		Acompañamiento		
		Alcaldía de Xochimilco / SEDEMA	Seguimiento	Recursos humanos	Acompañamiento		
		Fase IV	4 meses		Elaboración conjunta de informes		Rectificación de datos
				Ejidatarios	Gestión de reuniones con instancias de gobierno y entrega de informes	Tiempo, recursos humanos	Llamadas telefónicas, gestión de reuniones
	Convocatoria a asamblea				Llamadas telefónicas, visitas		
	Preparación de asamblea, presentación de resultados y convivio				Especie (alimentos), salón de reuniones, megáfono		
	Toma de decisiones				Salón de reuniones		
Academia	Elaboración conjunta de informes			Tiempo, recursos humanos	Impresiones, rectificación de datos		



	Presentación de los resultados a instancias de gobierno		Presentación, impresión de informes
	Preparación de resultados para presentar en la asamblea		Rotafolio, impresiones, USB
Alcaldía de Xochimilco / SEDEMA	Reuniones para la discusión de resultados y recibimiento de informes	Recursos humanos	Sala de reuniones
	Seguimiento		Acompañamiento
<b>Total</b>	22 meses		

### 9.1.5 Experiencias previas: relatoría

El 24 de marzo de 2021, se publicó un video de título Nivelación de parcelas en la zona ejidal de San Gregorio Atlapulco, en Xochimilco, a través del canal de la SEDEMA-Ciudad de México ([https://www.youtube.com/watch?v=ibCcD5yrZ3k&ab\\_channel=SEDEMA-CiudaddeM%C3%A9xico](https://www.youtube.com/watch?v=ibCcD5yrZ3k&ab_channel=SEDEMA-CiudaddeM%C3%A9xico)). En dicho video se asegura que la CORENADR está renivelando algunas parcelas del Ejido de San Gregorio para devolverles su capacidad productiva. En el, se dice que, a partir de la solicitud de los ejidatarios y como solución a los hundimientos constantes en la zona que provocan el anegamiento de las parcelas. De acuerdo con el video, en atención a las demandas de la comunidad, la CORENA intervino colocando la materia orgánica extraída de los canales sobre las parcelas, con el fin de poner sobre ella otro tanto de tierra nueva para incentivar los cultivos.

Para corroborar dicha información, a principios del mes de julio de 2021, se realizó una entrevista vía telefónica con el C. Esteban Mancilla, ejidatario y actual tesorero del Ejido de San Gregorio Atlapulco.

En dicha entrevista, se abordaron los pormenores del proyecto de relleno con tierra de las parcelas afectadas con RCD y con patrones de hundimiento marcados, desde los objetivos, hasta el origen de los materiales y la dinámica de la gestión para llevarlo a cabo:

De acuerdo con el ejidatario, el proyecto está ya concluido, al menos por este año y consistió en la colocación de tierra buena –que sí sirve para el cultivo– sobre el cascajo y las piedras que hay sobre todo en la primera sección del Ejido. Ese material provino del desazolve de Tezonco, que se van relleno con la tierra que baja de la zona cerril de Xochimilco. Aseguró que los vasos que se desazolvieron se encuentran en San Lucas y Santiago, atrás de la Deportiva de la Alcaldía. A su vez, comentó que al cascajo que había en las parcelas “no se le hizo nada, ahí se quedó” y que encima pusieron la tierra, pero sí se realizó una remoción de los arbustos, árboles y hierbas que se habían establecido sobre el cascajo y la tierra.

Al preguntar por el objetivo del proyecto, el señor Esteban aseguró que, entre otras cosas, se buscaba hacer una nivelación de los terrenos porque “se inunda todo, como está la laguna, ya se está comiendo otro poco de tierra”. La idea principal era poder volver a sembrar, aunque, en la realidad, muchos de los ejidatarios beneficiados pelearon para recibir la tierra (con manifestaciones e insultos), pero no se encuentran actualmente cultivando sus tramos o parcelas, a diferencia de otros, que sí cultivan y no “les echaron ni un carro de tierra”. Los últimos tendrán que esperar a la temporada de secas para volver a

desazolvar y utilizar el material, aunque eso implique que se pase toda la temporada de siembra.”. Esto es un claro reflejo de los conflictos internos que existen entre los miembros del Ejido.

Sobre este tema, también se mencionó que el argumento de los ejidatarios que se beneficiaron era para tener tiempo de sembrar las flores de *cempasúchil* (en junio y julio) y luego la de la nochebuena. Esto incluyó a algunos ejidatarios que actualmente tienen invernaderos, aunque ellos sólo siembran en maceta.

Respecto al procedimiento administrativo, mencionó que buscaron al Ing. Abel Vera, Coordinador del Centro de Innovación e Integración Comunitaria en Xochimilco, con quien ya tienen una relación establecida desde hace un tiempo. Le expusieron el problema y cómo pensaban ellos que se podía solucionar (la adición de tierra en las parcelas), a lo que el Ingeniero accedió, pero sin poner una fecha fija. Cuando hubo presupuesto en la CORENADR, el Coordinador los buscó para llevarlo a cabo. Durante la realización, que llevó aproximadamente 2 meses, hasta que se acabó el material para seguir echando tierra, se debían intervenir del tramo 1 hasta el 10, pero se rellenaron otros, a causa del pleito interno de los ejidatarios y se echaron carros de tierra por todos lados, sin emparejar y sin una planeación clara.

En cuanto a la ejecución del proyecto, la CORENADR puso toda la mano de obra, las obras para el desazolve y el transporte de la tierra, mientras que “los vecinos pusieron el *diesel* para la maquinaria”, usaron el tractor de cadena que tienen en el ejido para empujar y emparejar el material. Respecto a las llantas y el cascajo que se encontraban en la laguna (ver figura 8.4), afirmó que retiraron las llantas, pero no el cascajo porque hay unos bloques grandísimos que no se pueden mover. Esa zona fue cubierta con 80 cm de tierra y ya quedó muy alto. Cuando se le preguntó sobre la iniciativa del 2014, también de la CORENADR, de renivelar el Ejido, dijo que en esa ocasión “no metieron tierra buena ni nada, fue puro cascajo y ahí no se puede sembrar, ni los tractores ni el ardo entran”. Durante la realización de este proyecto, se estuvo metiendo tierra al Ejido por espacio de un mes, en el que ingresaban “muchísimos carros a cada rato. Eran góndolas (capacidad de 30 m<sup>3</sup>) las que entraban, es muchísima tierra la que metieron”. Se desconoce la cantidad de material que se requirió.

El señor Esteban mostró su preocupación por realizar el proyecto, especialmente por el crecimiento del anegamiento de los terrenos hacia la zona norte. –Está bien que crezca (la laguna) para abajo, pero no para arriba. Ya estaba anegándose todo. Entonces si dejamos

que se anegue todo, ya no nos van a reconocer y nos van a quitar, dijo. Esta es una preocupación originada por el estatus de conservación que hay en el Ejido, en el que se pondera la preservación de las especies que dependen del espejo de agua de la Laguna de Protección de Flora y Fauna por encima de cualquier otra actividad humana.

El Ejidatario afirmó que él cree que el proyecto sí va a funcionar y que si sí, se va a repetir para poder seguir sembrando.

## **9.2 Estrategia para TCRCO en zona urbana**

Los RCD urbanos del ANP-EXSGA son, en buena medida, recogidos, recolectados y transportados a instalaciones de la Alcaldía. Según las entrevistas realizadas a personal del Almacén de La Noria (com. pers., diciembre, 2020), los RCD más eficientemente recolectados son los producidos por el Departamento de Obras de la demarcación, en particular escombros y fresado asfáltico. En dicho almacén se recuperan también otros materiales, como llantas, hierro y adoquines recuperados del escombros.

Como anotación adicional, es necesario propiciar la separación de los RCD *in situ*. Aunque la NACDMX-007-RNAT-2019 la contempla en los lineamientos del manejo integral, en la práctica, es pocas o nulas veces realizada, lo que complica las labores de reaprovechamiento y valorización de los materiales, como el plástico, metales y los RCD mismos. Este escenario no se aleja de lo que ocurre en el Almacén de La Noria, donde se realiza una separación manual del escombros mezclado con otros residuos. El personal es poco para realizar este esfuerzo adicional a su trabajo, que bien podría ser realizado desde el momento de la generación de los RCD o, incluso, durante la carga de los camiones para su transporte y disposición.

Entre los posibles reusos de RCD recuperados en el Almacén de La Noria en la Alcaldía de Xochimilco se encuentran la construcción de banquetas y guarniciones (Ramírez, 2016), bloques ecológicos (Aguilar, 2017), asfaltos (Villafuerte, 2018), mobiliario urbano, entre otros. No obstante, en esta sección se enlistarán solamente las fases que conllevaría la transformación de RCD en adoquines para uso en la Alcaldía. La realización de la siguiente estrategia dependería enteramente de la voluntad del gobierno local, la SEDEMA y la SOBSE en materia presupuestal, de mano de obra y tecnología.

### 9.2.1 Fases de la estrategia

#### **Fase I. Caracterización de RCD y evaluación de viabilidad del proyecto**

En el almacén de RCD de La Noria se almacena RCD triturados después de que el Departamento Central de la SOBSE. El diámetro de trituración es de 3/8", o tamaño grava, lo que genera partículas del tamaño adecuado para utilizarse como agregados en combinación con un cementante.

En primer lugar, habría que evaluar las propiedades físicas del triturado de RCD. Estos procedimientos bien podrían realizarse en las inmediaciones de algún laboratorio de la SEDEMA, la SOBSE o de algún instituto especializado, como el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Las determinaciones incluyen:

- Análisis granulométrico (distribución del tamaño de partículas). Para realizar dicha determinación se debe usar como procedimiento la NMX-C-077-ONNCCE-2019, que refiere el método de ensayo para el análisis granulométrico de agregados de concreto y la NMX-C-111-ONNCCE-2004 sobre agregados de concreto hidráulico.
- Contenido de materia orgánica, de acuerdo con lo establecido en la NMX-C-088-ONNCCE-2019, que establece el método ensayo para la determinación de impurezas orgánicas en el agregado pétreo.
- Proporción de adhesiones de cemento en agregados gruesos, por medio de la NMX-C-154-ONNCCE-2010, determinación de contenido de cemento en concreto endurecido.
- Masa volumétrica y densidad, de acuerdo con lo establecido en las normas NMX-C-073-ONNCCE-2004 y NMX-C-105-ONNCCE-2010, respectivamente

Una vez que se conocen estas propiedades físicas de los materiales, se procedería con la realización de propuestas de mezclas para la producción de adoquines. Los elementos mínimos para la generación de un adoquín son agua, cemento, grava y arena. De acuerdo con la NMX-C-314-ONNCCE-2014, se requiere una resistencia media y mínima individual para considerarlos aptos para el tránsito peatonal, tránsito ligero y tránsito medio. En este caso, bastaría con cubrir los requisitos para el tránsito peatonal (300 kg/cm<sup>2</sup>).

El diseño de mezclas bien puede ser creado a partir del método del American Concrete Institute (2017). Montiel (2017) realizó pruebas para la fabricación de adoquines con RCD adicionando caucho triturado en polvo y granulado para aumentar su resistencia al desgaste. Esta es una opción que también sería viable para la Alcaldía porque entre los

residuos de manejo especial que se encuentran en el almacén se encuentran también neumáticos. Para poder proceder con la trituración de llantas, es necesario el retiro de los cables de acero para poder triturarlos.

## **Fase II. Pruebas con adoquines**

La SOBSE es la institución gubernamental mejor equipada para la generación de un prototipo de adoquín y para las pruebas de resistencia que se requerirán. Sin embargo, la manufactura es una labor que puede realizarse en las inmediaciones del Almacén La Noria, donde se cuenta con el espacio suficiente. El diseño de geometrías de los adoquines es muy variado, sin embargo, dependerá directamente de la decisión del equipo de trabajo. Para ello será necesario construir manualmente adoquineras de acero. Este material también puede ser fácilmente encontrado en el Almacén. Se deberán colocar las diferentes mezclas elegidas en una máquina adoquinera y esperar su fraguado. El periodo de secado puede llegar hasta los 90 días para tener el máximo potencial.

Algunas pruebas importantes para realizar en los adoquines son:

- Resistencia a la compresión, con prensa manual o mecánica.
- Resistencia a la abrasión, de acuerdo con las especificaciones de la NMX-C-314-ONNCCE-2014
- Resistencia al impacto
- Desgaste en longitud y en masa
- Resistencia a la flexión, según la NMX-C-303-ONNCCE-2010
- Absorción total y absorción máxima inicial, de acuerdo con las NMX-C-037-ONNCCE-2005, NMX-C-314-ONNCCE-2014 y NMX-C-037-ONNCCE-2005

## **Fase III. Producción de adoquines**

Teniendo en cuenta los resultados de las pruebas antes mencionadas, se podrá iniciar la producción de adoquines según los requerimientos de sustitución o colocación en los parques, jardines y otros en la Alcaldía. Dependiendo del tamaño de la obra que se pretenda realizar, la producción de adoquines en las inmediaciones del Almacén La Noria podría usarse para satisfacer total o parcialmente el requerimiento de piezas, en conjunto con los adoquines en buen estado que son recuperados del escombros.

Este proceso requerirá de gestionar un espacio de al menos 15x15 metros en el Almacén de la Noria, posiblemente en donde ahora se encuentra la maquinaria pesada para remover

los RCD. Este parque vehicular será pronto resguardado en otra sección de las instalaciones, por lo que habría espacio suficiente. Ya que esta es una labor manual, el espacio designado para esta labor no requiere maquinaria voluminosa, por lo que será posible que haya espacio para la máquina adoquinadora, un sitio para la mezcla y otro espacio para secar los adoquines.

### **9.3 Consideraciones para un escenario estratégico futuro**

Una propuesta aplicada al reciclaje y reúso de RCD para disminuir los impactos de los tiraderos clandestinos en un ANP urbana como la de Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco no estaría completa sin pensar en acciones complementarias para incidir en el territorio más allá de la instrumentación de lo anteriormente planteado en este escrito. No se trata solamente de aprovechar los residuos que ya están en el sitio, sino de evitar que sigan apareciendo y disminuyendo la calidad de vida de las personas que ahí habitan y la calidad de los SE que provee el ecosistema del humedal. Aunque no se profundizará en las formas de implementar otras acciones de reapropiación o de vigilancia, es importante sentar las bases de un escenario en el que ello podría ocurrir, de ser la voluntad de los actores antes referidos en este texto.

Es necesario pensar que el ANP-EXSGA puede y alcanzará su máximo potencial como sistema socioecológico, como sitio donde interactúan la conservación de la naturaleza, las actividades económicas (como la agricultura que ha prevalecido por siglos en la demarcación) y la habitabilidad del espacio, dejando atrás la concepción del territorio que permite la existencia de TCRCD. Es por eso que, a continuación, planteo un escenario deseado que parte desde mi percepción y mis anhelos personales sobre el ANP-EXSGA. Los escenarios verdaderamente transformativos implican la creación de un nuevo imaginario colectivo, construido en conjunto por quienes habitan el espacio.

Un escenario transformativo implicaría que en el futuro (largo plazo) la población del ANP se habrá reapropiado del territorio y habrá comprendido la importancia de su conservación para la flora y fauna locales, para los habitantes de Xochimilco, así como para los habitantes de la CDMX. Asimismo, habrá una mejor vigilancia de los espacios, en conjunto con las autoridades pertinentes, para disminuir la actuación de servidores públicos y otros miembros de la comunidad que cobijen los TCRCD; con lo anterior se fomentarán las acciones de conservación y rehabilitación de los remanentes del humedal para mantener los SE y su valor de uso por encima del valor de cambio. Esta reapropiación habrá reducido

la invasión urbana y el cambio de uso del suelo dentro del ANP-EXSGA, lo que habrá llevado a la disminución o desaparición de TCRCD, debida a la reducción de la oferta de superficies desperdiciadas ante los ojos de los tenientes de la tierra.

Para disminuir los TCRCD será fundamental la consolidación de un acuerdo entre las instituciones dedicadas a la administración, vigilancia y sanción y el gobierno local para unir esfuerzos presupuestales y de personal de vigilancia y aplicación de la legislación en materia de cambio de uso de suelo (en particular con los asentamientos irregulares), la disposición de RCD, así como la protección del ANP. Asimismo, será necesaria la participación de cooperativas, barrios, pueblos, ejidatarios y habitantes de Xochimilco con las instancias de gobierno antes mencionadas para estructurar un organismo colaborativo encargado de dar seguimiento a los procesos de sanciones administrativas y jurídicas, según sea el caso. Esto podría ayudar a disminuir el desvío presupuestal y la ocurrencia de corrupción. Aunque el reforzamiento de la instrumentación de la vigilancia ambiental en el ANP-EXSGA no fomenta *per se* la reapropiación del territorio, se necesitarán esfuerzos para la realización de una vigilancia comunitaria del ANP, que permita el uso del territorio para los productores y chinamperos, dejando espacio para la conservación del territorio.

### 9.3.1 Fases del escenario transformativo futuro

A continuación, se describen las etapas que podrían necesitarse para lograr el escenario que se planteó antes:

#### **Fase I. Mejoramiento de las condiciones sociales y políticas (corto y mediano plazo)**

Esta primera fase tendría como objetivo buscar la participación de distintos actores en la incidencia de los factores desencadenantes de los TCRCD en el ANP-EXSGA para modificarlos, ralentizarlos o revertirlos.

El gobierno local, los pobladores y otros actores habrá de establecer compromisos con objetivos comunes para lograr el un escenario deseable. Es por ello que en la tabla 9.2 se especifican algunas estrategias que podrían seguirse y sus indicadores. Es importante notar que muchas de las estrategias deberán ser llevadas a cabo simultáneamente.

Primeramente, el gobierno local deberá comprometerse a reconocer y proveer de servicios públicos a los asentamientos irregulares ya establecidos, así como a reubicar a los más vulnerables, para evitar el surgimiento de nuevas viviendas en condiciones de precariedad que cambien el uso de suelo. Asimismo, se comprometerá a establecer facilidades de pago



para los pequeños generadores para que la Alcaldía gestione los de RCD en sitios de disposición final autorizados. Por otro lado, en cooperación con la DGIVA, se necesitará reforzar las estrategias de acceso y retención de vehículos con RCD no autorizados al interior del ANP en puntos específicos, así como la aplicación de las sanciones correspondientes por la disposición inadecuada a pequeña y gran escala dentro del ANP-EXSGA.

A su vez, la CORENADR, en conjunto con la academia y el gobierno de la Alcaldía, deberá comprometerse a generar suficiente información para caracterizar ampliamente la provisión de SE del ANP, con el fin de poder coadyuvar en la reapropiación del territorio mediante la educación ambiental y divulgación en escuelas, plazas y eventos. En conjunto con los habitantes será necesario dar mantenimiento a los caminos de acceso a la parte no urbanizada del ANP y el deshierbe de plantas invasoras, para el disfrute del espacio y la realización de actividades comunitarias.

Por su parte, los habitantes del ANP-EXSGA se comprometerán a realizar jornadas mensuales de reconocimiento del SC para registrar y reportar la presencia de TCRCD, para que la Alcaldía pueda retirarlos prontamente, tratarlos y/o reutilizarlos. También se comprometerán a realizar y autogestionar actividades que fomenten el interés de la comunidad dentro del SC como la observación de aves, relatorías de la evolución del ANP, talleres de preparación de enmiendas orgánicas o un mercado de trueque de plantas, semillas y frutos por artículos de primera necesidad.

Tabla 9.2. Relación de las estrategias de la fase I con sus indicadores de evaluación

<b>Actores</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Alcaldía de Xochimilco	Aprovisionamiento paulatino de equipamiento y servicios públicos	Reducir el cambio de uso de suelo el ANP-EXSGA y el relleno de canales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentamientos nuevos/asentamientos reconocidos, por año (-)</li> <li>• Superficie de canales/total de superficie de canales, comparación anual (=)</li> </ul>
	Facilidades para el retiro de RCD domiciliarios	Evitar nuevos TCRCD	Toneladas recolectadas de RCD domiciliarios/ Promedio mensual de

			toneladas recolectadas el año anterior, por mes (+)
Alcaldía de Xochimilco + DGIVA	Controles vehiculares aleatorios en las principales vías de acceso al ANP	Disminuir el ingreso de RCD externos	Número de camiones detenidos mensualmente (-)
	Aplicación de sanciones conforme a la ley	Debilitar el mercado informal de transporte de RCD	Sanciones aplicadas/número de procesos de sanciones administrativas y jurídicas, por año (+)
DGCORENADR + academia + Alcaldía	Generación de información sobre SE del ANP y programa de educación ambiental y divulgación	Concientización sobre la importancia ambiental y social del ANP	Número de talleres/charlas impartidas/ estudiante de 6 a 15 años (+) Asistentes por evento (+)
Habitantes del ANP	Jornadas de reconocimiento del ANP	Evitar nuevos TCRCD	Número de TCRCD retirados/Número de reportes de TCRCD, por semestre (+)
	Actividades autogestivas	Transformar el valor de cambio por el de uso	Familias participantes/Número de familias totales (+)
Alcaldía de Xochimilco	Retiro de nuevos TCRCD	Evitar la acumulación de RCD en el ANP	Toneladas retiradas mensualmente (-)

(+) Se espera un aumento (-) Se espera una disminución (=) Estabilidad

## Fase II. Fortalecimiento del sistema socioecológico (mediano y largo plazo)

Partiendo de que la proliferación de TCRCD en el ANP ya está controlada por las actividades de vigilancia de la DGIVA, la Alcaldía y los pobladores del ANP, el objetivo de esta fase es construir las bases para una reapropiación ambiental del sitio. La tabla 9.3 muestra las estrategias que podrían usarse para alcanzarlo.

Dado que la apropiación del espacio (en este caso, un SSE) se da desde los individuos, los grupos, la comunidad y, finalmente, la sociedad (Vidal y Pol, 2005), los habitantes del ANP-

EXSGA son los actores más importantes, especialmente aquellos con mayor proximidad al límite urbano-rural, los ejidatarios, los chinamperos/productores y sus familias.

Debido a lo anterior, los habitantes del ANP deberán comprometerse a participar continuamente para tomar decisiones sobre las labores, no sólo de vigilancia y cuidado del espacio, sino de conocimiento. Con ello, los habitantes del ANP podrán participar activamente en la construcción de un espacio de convergencia de saberes, pensares y quehaceres. Para ello podrán crearse comisiones para proponer e implementar formas de colectar información del sitio, realizar monitoreos comunitarios, libros para colorear, obras de teatro, crónicas y manuales (en conjunto con la academia) para el aprovechamiento del espacio, de producción, generación de enmiendas orgánicas o jurídicos para conflictos sobre la tenencia de la tierra o algún otro tema.

Estas actividades contarán con la participación de distintos grupos etarios para diversificar el conocimiento y su transmisión entre los pobladores. Las jornadas de divulgación y educación ambiental impartidas por la CORENADR, la academia, el gobierno local y los expertos se habrán incorporado a la vida cotidiana de la demarcación por lo que, después de capacitar y certificar a miembros de la comunidad, ellos compartirán sus experiencias y conocimientos con otros entornos periurbanos.

Para la rehabilitación del suelo será necesario ubicar las zonas que la naturaleza no pudo reclamar por el sellamiento, por lo que los responsables de la administración del ANP se comprometerán a hacer las evaluaciones pertinentes para elegir sitios a intervenir. La autoridad local participará en esta etapa como proveedor de recursos para tratar los RCD que ya están en el sitio. Otra labor importante de los habitantes del ANP será la rehabilitación de las funciones ecológicas del suelo perdidas por los TCRCO, de modo que serán necesarias jornadas de reconocimiento para restaurar el suelo, reforestar con especies nativas u otros métodos, según apliquen.

Tabla 9.3. Relación de las estrategias de la fase II con sus indicadores de evaluación

<b>Actores</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Habitantes del ANP-EXSGA	Creación de comisiones para actividades comunitarias	Participación continua en toma de decisiones	Número de participantes por asamblea/comisión (+)

Habitantes del ANP- EXSGA + academia	Implementación de actividades y generación de productos comunitarios	Reforzamiento de interés y conocimiento sobre el ANP	Productos o actividades realizadas respecto al año anterior (= ó +)
CORENADR + academia + gobierno local	Jornadas de divulgación y educación ambiental	Capacitación y certificación de miembros de la comunidad	Número de personas capacitadas por año (+)
CORENA + academia	Reconocimiento del sitio para intervención		Identificación de superficies selladas
Alcaldía	Tratamiento de RCD remanentes	Rehabilitación de suelo	Toneladas de RCD extraídas y tratadas para la reincorporación en obra pública o sitio de disposición final, por año (=)
Habitantes del ANP- EXSGA	Mejoramiento de suelo y/o reforestación según convenga en cada sitio		Extensión de superficie rehabilitada después de un año (+)

(+) Se espera un aumento (-) Se espera una disminución (=) Estabilidad

### Fase III. Reapropiación del ANP (largo plazo)

La apropiación del espacio es un proceso dinámico de interacción del individuo con su medio e independiente de la propiedad legal (Korosec-Serfaty, 1976) que lleva tiempo para crear vínculos significantes. Es por ello que el objetivo de esta tercera fase es ejercer la reapropiación por parte de los pobladores del ANP-EXSGA para evitar los TCRCD.

Hasta este momento, posiblemente una generación después se logrará que los habitantes del ANP estén conectados realmente con el entorno, algunos asociándole sus actividades productivas y medios de subsistencia, otros su forma de vida o su herencia familiar. En este punto, los habitantes del espacio siguen siendo los actores más importantes para impedir que sigan ganando terreno para ellos mismos dentro del ANP, para comprender la importancia de los SE que provee un espacio como ese. Los RCD que aún puedan ser recuperados podrán utilizarse en la construcción de espacios comunitarios o en su mejoramiento. Para este momento, sería deseable que el reglamento y las normas de construcción en la CDMX requerirán del 80% de reciclaje o reúso de los RCD, además, serán utilizados en la obra pública menor y en la creación de infraestructura verde.

Una vez lograda esta verdadera apropiación del espacio donde se han realizado desde hace años actividades de recuperación y conservación de los SE, se gestionará el cambio de categoría del ANP de Zona Sujeta a Conservación Ecológica a Reserva Ecológica Comunitaria. Para este tiempo la comunidad tendrá claro que el cuidado del ambiente y la relación con las actividades humanas son viables para subsistir, por lo que se también se abrirá una opción técnica de agroecología en las Secundarias Técnicas del interior del ANP que cuenten con las características necesarias para llevarlo a cabo, empleando a otros miembros de la comunidad.

Tabla 9.4. Relación de las estrategias de la fase III con sus indicadores de evaluación

<b>Actores</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Comunidad Xochimilco	Continuidad de jornadas de vigilancia y educación ambiental	Reapropiación comunitaria	Reportes presentados en asambleas y comisiones
	Cambio de categoría del ANP- EXSGA		Decreto de establecimiento como Reserva Ecológica Comunitaria
Comunidad de Xochimilco + Alcaldía + Gobierno CDMX	Apertura de una opción técnica de agroecología en secundarias		Número de estudiantes de la carrera técnica en la demarcación/total de estudiantes (+)

(+) Se espera un aumento (-) Se espera una disminución (=) Estabilidad

# Capítulo 10

## Conclusiones y recomendaciones

### 10.1 Conclusiones

1. Se encontraron 116 TCRCO, cuya superficie asciende a las 72 ha. Estos están principalmente agrupados en tres zonas: dos rurales (agrícola y destinada a la conservación) y una urbana. El 60% de los TCRCO se localizan en la zona rural, principalmente en el Ejido de San Gregorio Atlapulco, mientras el resto se ubicó particularmente en la zona urbana al sudoeste del área de estudio. Los TCRCO en zona rural tienen extensiones de más de 50 m<sup>2</sup> y alcanzan hasta las 31 ha, además, tienen la característica de ser permanentes. En el caso de las áreas urbanas, los TCRCO son puntuales (<50m<sup>2</sup>) y su presencia responde a la actividad de pequeños generadores (domiciliarios) y a las jornadas de recolección de residuos del Gobierno local, por lo que su presencia es variable en el tiempo. En ambos casos, los TCRCO son de composición variable (escombros, ladrillo, cerámicos, concreto, asfalto, material de excavación, entre otros).
2. Las características sociales y económicas del ANP-EXSGA se relacionan con la presencia de TCRCO. En ese tenor, existen dos condiciones destacables: 1) zonas más densamente pobladas y urbanizadas, donde resalta la presencia de asentamientos humanos irregulares, asociados al relleno de canales con fines de cambio de uso de suelo. Y 2) el desarrollo de actividades económicas primarias en zona rural, con escasa o nula población, aunado al abandono de parcelas en el Ejido.

En el ANP-EXSGA se conjugan actividades agropecuarias, el patrimonio cultural en diferentes escalas, distintas maneras de asentarse en el territorio (urbano, periurbano, rural), un importante remanente de humedal y diferentes aspiraciones de conservación. La conjunción de elementos biofísicos, sociales, económicos y político-administrativos son los que hacen del ANP-EXSGA un SSE rico, diverso y con un gran potencial para

brindar SE y bienestar para aquellos que la habitan, la visitan y para la ciudad que la rodea.

3. En el ANP-EXSGA se identificaron por separado 20 unidades del paisaje y 22 polígonos de componentes sociales. En ellos se mostró que los impactos de los TCRCD son potencialmente más graves para los SE de regulación y provisión que proveen los suelos, principalmente a causa del sellamiento y el riesgo que representan los lixiviados de los RCD. Las zonas identificadas con alto y muy alto potencial de impacto ambiental ya presentan TCRCD; esto implica la pérdida de las funciones ecológicas del ecosistema, como la captura de carbono y la provisión de alimentos y agua, así como también los medios de vida (recursos económicos) para los tenientes de la tierra.

A su vez, el impacto paisajístico es alto porque la pérdida de canales y chinampas significa la pérdida de los SE que estos pueden proveer. Se estimó que, al año, las 72 ha cubiertas por TCRCD en la zona generan la pérdida de \$6,673,898.33 pesos (USD \$327,472.93) por concepto de pérdida de SE. Los impactos de los TCRCD se relacionan profundamente con la pérdida de SE y, en consecuencia, con la disminución del bienestar social de los habitantes de la zona, los tenientes de la tierra, los productores y la población de la CDMX en general.

4. A partir de la identificación de las zonas mayormente impactadas por TCRCD se plantearon estrategias para el contexto específico del ANP-EXSGA: en el área rural se propuso la rehabilitación ambiental mediante la creación de tecnosoles que permitan reincorporar los RCD y otros materiales orgánicos residuales de o los alrededores de la Alcaldía de Xochimilco para tener un suelo adecuado para la agricultura o para el sostén de vegetación nativa. Por otro lado, se propuso utilizar los RCD recuperados de las áreas urbanas para la producción de adoquines o mobiliario para el mejoramiento de jardines y parques de la Alcaldía. La sostenibilidad de un SSE tan rico como el del ANP-EXSGA no puede pensarse ni alcanzarse sin buscar alternativas y mecanismos para tener un manejo apropiado de los RCD.

Asimismo, se mostró que cualquier alternativa pensada para disminuir los impactos de los TCRCD y, en consecuencia, para abonar a la sostenibilidad del ANP-EXSGA debería provenir principalmente de los afectados, dado que son ellos quienes tienen el mayor potencial para transformar su realidad, involucrándose en los temas relevantes

para su comunidad y su entorno, lo que implicaría por su parte un proceso de reapropiación y de reconocimiento del SSE del que dependen.

## 10.2 Recomendaciones

1. Es necesaria la creación de un plan de manejo específico para los RCD y adaptado a las necesidades del ANP-EXSGA, que pueda ser abrazado y ejecutado tanto por las autoridades ambientales de la CDMX, como por los tenientes de la tierra, avecindados y la población en general. Esto, por supuesto, no puede realizarse sin una agenda gubernamental clara sobre el tratamiento, reúso y disposición final de los RCD en la CDMX, así como una estrategia de gran escala o políticas que permitan frenar o revertir la degradación de los suelos por este u otros factores. Asimismo, a nivel estatal, es necesaria una revisión y fortalecimiento de mecanismos que permitan un menor volumen de generación, no sólo un mejor manejo de los RCD, ya sea por vía de la economía circular o por una vigilancia ambiental mejor instrumentada, tanto dentro como fuera del ANP-EXSGA.
2. Existen muy pocos estudios que hablen sobre los factores que desencadenan los TCRCD o sobre el impacto que tienen sobre los SE de los suelos, en particular en ANP; por ello, es necesario realizar investigaciones más profundas que permitan mostrar de manera puntual cuáles son y dónde se localizan esos impactos para lograr una mejor planeación a futuro y una gestión sostenible de los suelos. Esto con el fin de lograr la sostenibilidad de las ANP como SSE a mediano y largo plazo, mediante el reconocimiento de las importantes funciones de los suelos para mantener la vida, el bienestar y la prosperidad tanto de humanos, como de la naturaleza misma.
3. Sería importante lograr una articulación profunda entre actores locales e instancias de diferentes escalas de gobierno (i.e. SEDEMA-CORENADR) y la academia para lograr, en conjunto, una revalorización y mejoramiento del estado ambiental del ANP-EXSGA. La transición a la sostenibilidad en relación con los TCRCD y los SE del socioecosistema, es un proceso que puede detonarse a partir del tejido de relaciones y voluntades de los diferentes actores y tomadores de decisiones.



# Referencias

- Abbruzzini, T., Mora, L., Prado, B. (2020). Evaluation of Technosols constructed with construction and excavation debris for greenhouse production of ornamental plants. *Journal of Soils and Sediments*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-021-03112-9>
- Agencia Digital de Innovación Pública (2021). Sistema Abierto de Información Geográfica (SIGCDMX). Disponible en <https://sig.cdmx.gob.mx/>
- Aguilar, A. (2017). Fabricación de bloques ecológicos a base de material producto de la construcción (tesis de maestría). UNAM. Ciudad de México
- Aguilar, A., Zambrano, L., Valiente, E. L. y Ramos-Bueno, A. (2013). Enhancing the potential value of environmental services in urban wetlands: An agro-ecosystem approach. *Cities* 31. 438-443.
- Akbari, V., Rajabi, M.A., Chavoshi, S.H., Shams, R., 2008. Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Science Journal*. 3 (1). 39-47.
- Almonacid, F. (2018). *Propuesta metodológica para estimar el valor económico y social del suelo desde un enfoque ecosistémico: caso de estudio Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco* (Tesis de Maestría). UNAM. Ciudad de México, México.
- American Concrete Institute (2017). *Guide for design and proportioning of concrete mixture for pavements*. Recuperado el 17 de mayo de 2021 de [https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/325.14R-17\\_preview.pdf](https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/325.14R-17_preview.pdf)
- Anglés, M.; Rovalo, M. y Tejado, M. (2021). Manual de derecho ambiental mexicano. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.
- Araiza, J., Gutiérrez-Palacios, C., Rojas-Valencia, M., Nájera-Aguilar, H., Gutiérrez, R. y Vera, R. (2019). Selection of Sites for the Treatment and the Final Disposal of Construction and Demolition Waste, Using Two Approaches: An Analysis for Mexico City. *Sustainability*. 11. 4077. 10.3390/su11154077.
- Aranda, S.M. (2004). *Ficha informativa de los humedales de Ramsar. Sistema lacustre 'Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco*. México. Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. Recuperado de [http://www.wetlands.org/RSIS/\\_COP9Directory/Directory/ris/4MX050sp.pdf](http://www.wetlands.org/RSIS/_COP9Directory/Directory/ris/4MX050sp.pdf)
- Banxico (2020). *Tipo de cambio final del periodo (CF85)*. Sistema de información económica. Recuperado el 20 de enero de 2021 de <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF85&locale=es>
- Bates, A., Sadler, J., Gresswell, R. & Mackay, R. (2015) Effects of recycled aggregate growth substrate on green roof vegetation development: a six-year experiment. *Landscape and Urban Planning*. 135. 22-31.
- Bautista, X. (2015). *Caracterización de contaminantes en suelos agrícolas urbanos en Xochimilco, D.F.* (Tesis de Licenciatura). UNAM. Ciencias de la Tierra.
- Bautista, X. (2015). *Caracterización de contaminantes en suelos agrícolas de Xochimilco, D.F.* Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Tierra. UNAM. Ciudad de México.
- Bedoya, M. (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. "La sociedad como ecosistema semicerrado, una utopía cultural. Tesis. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 97 pp.
- Bialko, M. (2017). Bridging the gap between sustainability, the regulatory, and the recycling of construction and demolition waste in the UAE, with specific reference to the Emirate of Sharjah. *MATEC Web of Conferences* 120. DOI:10.1051/mateconf/20171200
- Binder, C. R., Hinkel, J., Bots, P. W. G. & Pahl-Wostl, C. (2013) Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(4). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05551-180426>

- Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S., Rosselli, R., 2009. GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 2 (10), 1233–1244.
- Blum, H.E.W, WArkentin, B.P. y Frossard, E. (2016). Soil, human society and environment. *Geological society of London*. 266 (1), 1-8.
- Bolom, A. (2019). *Análisis de la política pública forestal en el suelo de conservación de la Ciudad de México: el caso de la Comunidad Magdalena Atlitica*. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM. Ciudad de México.
- Bovea, M.D. y Powell, J.C. (2016). Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. *Waste Management* 50. 151–172
- Brady, N. y Weil, R. (2002). *The Nature and Properties of soils*. Prentice Hall.
- Briggs, L. (2007). *Tackling wicked problems: a public policy perspective*. Australian Government, Commonwealth of Australia
- Canabal, B., Torres-Lima y Burela, G. (1992). *La ciudad y sus chinampas*. UAM-Xochimilco. En Pérez, L. (2012). *Análisis de usos de suelo en Xochimilco*. UNAM. Ciudad de México
- Carrión, C. Ponce-de León, Claudia; Cram, Silke; Sommer, Irene; Hernández, Manuel; Vanegas, Cecilia. (2012). Potential use of water hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) in Xochimilco for metal phytoremediation. *Agrociencia*. 46(6), p609-620.
- Carson, T.; Hakimdavar, R.; Sjoblom, K.; Culligam, P. (2014). Viability of recycled and waste materials as Green Roof substrates.
- Castro, B. (2019). *Análisis socioecológico de dos sistemas silvícolas en los ejidos Llano Grande y Las Minillas, Puebla (tesis de maestría)*. UNAM. Ciudad de México
- CEESCO (2016). *La industria de la construcción impulsada por un solo motor: La edificación*. Recuperado de <http://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2016/Art%C3%ADculo%2001092016.pdf>
- CEPAL (s.f.) *Acerca de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 22 de enero de 2020 de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/acerca-la-agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Lazos, E y Maass, J.M. (2014). Aplicación del concepto de sistema socioecológico: alcances, posibilidades y limitación en la gestión ambiental de México. *Investigación ambiental*, 6 (2), 1-21.
- Chang, N., Parvathinathan, G., Breeden, J.B., 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision making for landfill socioecológico siting in a fast-growing urban region. *J. Environ. Manage.* 87, 139–153.
- Charli-Joseph, Lakshmi; Siqueiros-Garcia, J. Mario; Eakin, Hallie; Manuel-Navarrete, David; Shelton, Rebecca (2018). Promoting agency for social-ecological transformation: a transformation lab in the Xochimilco social-ecological system. *Ecology & Society* 23(2), p161-174. DOI: 10.5751/ES-10214-230246
- Clauzel, C. (2009). Between urban pressure and heritage: which place for agriculture in the Chinampas of Xochimilco (Mexico)? *Cahiers agricultures*, 18, 323–328.
- Clauzel, C. (2011). Entre patrimoine, tourisme et agriculture: difficulté d'un choix de gestion dans un espace multifonctionnel. Application aux chinampas de Xochimilco (Mexique). *Revue européenne de géographie*, 535. DOI: 10.4000/cybergeo.23733
- CMIC-Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2013). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. Recuperado el 4 de enero de 2018, de <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>
- Cohen, B. (2005). Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*. 28. 63-80.
- CONAGUA (2018). *Estadísticas del agua en México 2018*. URL: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)

- CONAGUA (2019). *Tarifas de agua potable y saneamiento para uso doméstico tipo residencial*. Recuperado el 21 de enero de 2021 de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=tarifas>
- Correa, G., López, J. y Rodríguez, M.L (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.*, Núm. 77, 2012, pp. 18-30
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387:253-260 <http://dx.doi.org/10.1038/387253a0>
- Cotler, H. y Cuevas, M.L. (2017) Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México. Fundación Río Arronte, I.A.P. 1era edición. México. 110 pp.
- Cram, S., Cotler, H., Morales, L.M., Sommer, I. y Carmona, E. (2008). Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 66. 81-104.
- Daily, G. et al. (1997). *Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems*. Recuperado el 30 de junio de 2020 de <https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2013/03/issue2.pdf>
- de Groot, R. S., M. A. Wilson, and R. M. J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.
- de la Mora, G. (2015). Redes sociales y Áreas Naturales Protegidas en la Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León. *Economía, Sociedad y Territorio*, 49. doi: [http:// dx.doi.org/10.22136/est002015709](http://dx.doi.org/10.22136/est002015709)
- de la Mora, G. (2019). Aproximación sociopolítica para el análisis de políticas de conservación en contextos urbanos: entre servicios ambientales y áreas naturales protegidas. *Perfiles latinoamericanos*, 27(53). 1-24. DOI: 10.18504/pl2753-003-2019
- de la Mora, G. y Montaña, R. (2016). ¿Hacia la construcción de una gobernanza ambiental participativa? Estudio de caso en el Área Metropolitana de Guadalajara. *Intersticios sociales*. Colegio de Jalisco. 11: 1-27.
- de Sartre, X. A., Oszwald, J., Catro, M. & Dufour, S. (2014). *Political ecology des services écosystémiques*. Bruselas: Peter Lang
- Delgado, M. y Ramos, P. (2015). Making Ostrom's framework applicable to characterize social ecological systems at the local level. *International Journal of the Commons*, 9(2), 808–830
- Ding, Z., Wang, Y., Zou, P.X.W., (2016). An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: conventional versus green management. *Clean Production* 133. 1136–1153.
- Doak, M., Khan, S., Kelly, G., Silvestri, S., (2007). The use of remote sensing to map illegal landfills at the border of Ireland/Northern Ireland. In: *Proceedings of 11th International Waste Management and Landfill Symposium*, Ed. CISA Environmental Sanitary Centre, Cagliari, Italy, Sardinia, Italy, 1–5 October, pp. 747–748.
- Dominati, E., Patterson, M. y Mackay, A. (2010). A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecology and economics*, 69. 1858-1868.
- Dosal, E.; Coronado, M.; Muñoz, I.; Viguri, J.; Andres, A. Application of multi-criteria decision-making tool to locate construction and demolition waste (C&DW) recycling facilities in a northern Spanish region. *Environment Engineering. Management*, 11, 545–55
- Edgerton, S. A., Bian, X., Doran, J. C., Fast, J. D., Hubbe, J. M., Malone, E. L., Shaw, W.J., Whiteman, C.D., Zhong, S., Arriaga, J.L., Ortiz, E., ... y Petty, R. (2011). Particulate Air Pollution in Mexico City: A Collaborative Research Project. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 49
- Ellis, S. y Mellor, A. (1995). *Soils and Environment*. Routledge.
- Ernstson, H. (2013). The social production of ecosystem services: A framework for studying environmental justice and ecological complexity in urbanized landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 109. 7-17.

- Esin, T., Cosgun, N., 2007. A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. *Buildings and Environment*, 42 (4). 1667-1674. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.02.008>
- European Commission—DG ENV (2010) Soil biodiversity: functions, threats, and tools for policy makers. Recuperado el 16 de febrero de 2018 de <http://ec.europa.eu/environment/soil/biodiversity.htm>
- FAO (2008). Base de referencia mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Disponible en <http://www.fao.org/3/a0510s/a0510s.pdf>
- FAO (2015). Las funciones del suelo. Recuperado el 17 de junio de 2020 de <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/294325/>
- Figuroa Torres, María Guadalupe; Arana Magallón, Fernando; Almanza Encarnación, Saúl; Ramos Espinosa, María Guadalupe; Ferrara Guerrero, María Jesús. Microalgas del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco San Gregorio Atlapulco, México. *Ciencia UAT*. 15-29.
- Flores, S. (2017). *Generación de sustratos como soporte de plantas para áreas verdes urbanas utilizando residuos de construcción* (Tesis de Maestría). UNAM, Ciudad de México.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., et al. (2005) Global consequences of land use. *Science* 309: 570–4.
- Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. CEPAL. Medio Ambiente y desarrollo. 64. 44 pp.
- Galveéz-Martos, J.L. Styles, D. Schoenberger, H. y Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation & Recycling* 136. 166–178
- Garmendia, A., et al. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid. 398 pp.
- GDF (2005). Programa General de Desarrollo Urbano del para la Delegación de Xochimilco en el Distrito Federal. GOF 6 de mayo.
- GDF (2011). *Plan verde de la Ciudad de México*. México. 133 pp.
- Gobierno de la Ciudad de México (2019). Datos abiertos. Atlas de riesgo sísmico. Recuperado el 23 de septiembre de 2020 de <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/atlas-de-riesgo-sismico>
- Gobierno del Distrito Federal (2006). Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del Área Natural Protegida con carácter de Zona Sujeta a Conservación ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 5. Recuperado el 24 de mayo de 2020 de [http://www.paot.org.mx/transparencia/doc/2011/segundo\\_trimestre/Reglas\\_sistema\\_integral\\_2011.pdf](http://www.paot.org.mx/transparencia/doc/2011/segundo_trimestre/Reglas_sistema_integral_2011.pdf)
- GOCDMX (26/2/2018) Aviso por el que se da a conocer el Programa de Manejo del Área Natural Protegida, con categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.
- González, J. M. (2015). Una propuesta de localización óptima para un nuevo sitio de disposición final de residuos sólidos no peligrosos para Bogotá, D.C. *Perspectiva Geográfica*, 20(1), 155- 174
- González, R. (26 de marzo de 2015)<sup>a</sup>. Convertidos en basurero, humedales en los límites de Xochimilco y Tláhuac. *La Jornada*. p. 37. Recuperado el 25 de mayo de 2020, de <https://www.jornada.com.mx/2015/03/26/capital/037n1cap>
- González, R. (3 de mayo de 2018)<sup>b</sup>. Cascajo, asentamientos e invasión de predios acaban con Xochimilco. *La Jornada* p. 35. Recuperado el 25 de mayo de 2020 de <https://www.jornada.com.mx/2018/05/03/capital/035n1cap>
- González, R. (4 de mayo de 2018) <sup>b</sup>. El cascajo que se tira en Xochimilco no es del gobierno, asegura Amieva. *La Jornada*. p. 35 Recuperado el 5 de marzo de 2020, de <https://www.jornada.com.mx/2018/05/04/capital/033n1cap>
- González-Pozo, E. (Coord.) (2016). *Las chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana. 239 pp.
- Graizbord, B. y González-Granillo, L. (2018). Recursos naturales y urbanización. Reflexiones para la Ciudad de México. *Coyuntura demográfica*, 13.105-111.
- Gress, F. (s.f.). *Degradación del Suelo de Conservación del Distrito Federal, México*. Centro de Investigación en Geografía Ambiental. Recuperado el 13 de agosto de 2020, de

<http://observatorigeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Procesosambientales/Impactoambiental/44.pdf>

- Guevara Olivar, Brenda Karina; Ortega Escobar, Héctor Manuel; Ríos Gómez, Ramiro; Solano, Eloy; Vanegas Rico, Juan Manuel. Morfología y geoquímica de suelos de Xochimilco 2015. *Terra latinoamericana*.
- Guevara, B. K., Ortega, H. M., Ríos, R., Solano, E., Vanegas, J. M. (2015). Morfología y geoquímica de suelos de Xochimilco. *Terra Latinoamericana*. 33(4).
- Hallie Eakin; Rebecca E. Shelton; J. Mario Siqueiros-Garcia; Lakshmi Charli-Joseph; David Manuel-Navarrete. (2019) Loss and social-ecological transformation: pathways of change in Xochimilco, Mexico In: *Ecology and Society*, Vol 24(3), 15.
- Hanfman, E. (2012) A comprehensive assessment of illegal waste dumping.
- Hedlund, K. y Harris, J. (2012). Delivery of Soil Ecosystem Services: From Gaia to Genes. En *Soils and ecosystem services*. DOI:10.1093/acprof:oso/9780199575923.003.0010
- Hidalgo, D., López, F., Corona, F. y Martín-Marroquín, J. M. (2019). A novel initiative to counteract illegal dumping in rural areas of Valladolid Province (Spain). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 35317–35324.
- Hossain, Chi Sun Poon, Irene M.C. Lob, Jack C.P. Cheng. (2016). Comparative environmental evaluation of aggregate production from recycled waste materials and virgin sources by LCA. *Resources, Conservation and Recycling* 109. 67–77
- Imaz, M. (Coord.) (2014). *Análisis del estado de conservación ecológica del sistema lacustre chinampero de la superficie reconocida por la UNESCO como Sitio Patrimonio de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta* Informe final. Recuperado el 21 de abril de 2020, de <https://www.azp.CDMX.gob.mx/storage/app/uploads/public/58b/6f9/11c/58b6f911c9177036525275.pdf>
- INEGI (2017). *Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017*. Recuperado el 10 de marzo de 2020 de [http://internet.contenidoshttp://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825094683.pdf](http://internet.contenidoshttp://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094683.pdf)
- Instituto de Investigaciones Legislativas (s.f.). *Sismo 19 de septiembre 2017: aspectos estadísticos, financieros y sociales relativos a la reconstrucción, recuperación y transformación de la CDMX*. Recuperado el 31 de octubre de 2020 de <https://www.congresocdmx.gob.mx/archivos/legislativas/SISMO19SEPT2017.pdf>
- Islam, R., Tasnia Hassan Nazifa b, Adhi Yuniarto c, A.S.M. Shanawaz Uddin b, Salmiati Salmiati d, Shamsuddin Shahid (2019). An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. *Waste Management* 95. 10–21
- Jiménez, R. (29 de noviembre de 2005). Vecinos bloquean paso de camiones a basurero ilegal. *El Universal*, recuperado el 15 de marzo de 2020, de <http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/72487.html>
- Jin, R., Yuan, H y Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. *Resources, Conservation & Recycling*. 140 (2019) 175–188
- Jordá, R., Ruiz, F. y Lucendo, A.L. (2014). Factor analysis and geographic information system for determining probability areas of presence of illegal dumping. *Ecological Indicators* 37. 151–160
- Jujnovsky, J., González, T., Cantoral, E., Almeida, L. (2012). Assessment of water supply as an ecosystem service in a rural-urban watershed in Southwestern Mexico City. *Environmental Management*. 49. 690-702
- Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C. y Tam, V.J. (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 263.

- Kates, R. W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., ... y Faucheux, S. (2001). Sustainability Science. *Science*, 292 (5517), 641-642
- Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tiftonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J.N., Pachepsky, Y., van der Putten, W.H., Bardgett, R.D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., Fresco, L.O., 2016. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil* 2, 111–128. <https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016>
- Korosec-Serfaty, P. (1976). Appropriation of space. Proceedings of the Strasbourg Conference. *CIACO La Jornada*. Vista del paraje Tempiluli, ubicado en el área protegida ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, el cual fue convertido en tiradero de cascajo, atrás de las oficinas de la Comisión de Recursos Naturales [figura]. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/2015/03/26/capital/037n1cap>
- Laiseca, H. (2016). Ventajas y desventajas del manejo de materiales y residuos de la construcción en el Distrito Federal. Tesina. Especialista en Construcción de edificación y vivienda. UNAM. Ciudad de México.
- Latapí, P. (2008). México y la Unesco, cómo mejorar esa relación. *Horizontes Educativos*. 30 (121), 125-136.
- Lawrence, D.P. (2003). Environmental Impact Assessment: Practical Solutions to Recurrent Problems. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. DOI: 10.1002/0471722022
- Leslie, H., Basurtoc, X., Nenadovic, M., Sievanena, L., Cavanaugh, K., Cota-Nieto, J., Erismang, B., Finkbeiner, E., Hinojosa-Arango, G., Moreno-Báez, M., Nagavarapub, S., Sheila, M. W., Sánchez-Rodríguez, A., Siegela, K., Ulibarria-Valenzuelak, J., Hudson, A. y Aburto-Oropeza, O. (2015). Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *PNAS* 112 (19), 5979–5984
- Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal LAPTFD (2017). Recuperado el 30 de junio de 2020 de [http://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2018/LEY\\_AMBIENTAL\\_PROTECCION\\_TIERRA\\_08\\_09\\_2017.pdf](http://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2018/LEY_AMBIENTAL_PROTECCION_TIERRA_08_09_2017.pdf)
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos LGPGIR (2018). Diario Oficial de la Federación (2018). Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 25 de mayo de 2020 de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Lomelí, D. (2018). *Diseño de sustratos a partir de residuos sólidos urbanos con uso potencial en la construcción de azoteas verdes* (Tesis de Licenciatura). UNAM. Ciudad de México
- López-Ramírez, E., Murillo-Licea, D., Martínez-Ruiz, J.L. y Chávez-Hernández, P. (2015). Alternativas viables para la provisión de servicios básicos en áreas periurbanas: lecciones desde Xochimilco, Ciudad de México. IMTA. 226 pp.
- López-Uceda, A.; Galvín, A.P.; Ayuso, J.; Jiménez, J.R.; Vanwalleghem, T.; Peña, A. (2018). *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36): 36024-36034. DOI: 10.1007/s11356-018-1703-1
- Lugo, J. (2011). Diccionario geomorfológico. Instituto de Geografía, UNAM. México. 478 pp.
- Luna, D. (2012). Reúso de residuos de construcción y demolición. Enfoque ambiental y sustentable. Tesis. Ingeniería Civil. UNAM. Ciudad de México
- Maass, J.M. (2012). El manejo sustentable de socioecosistemas. En J. Calva (coord.), *Cambio climático y políticas de desarrollo sustentable. Análisis estratégico para el desarrollo*. México.
- Maceiras, R. (2010). *Evaluación del impacto ambiental como instrumento para el desarrollo sostenible*. En Ramos-Castellanos (Ed.) 2010. *El hombre y el medio ambiente*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Manzo, D. (12 de octubre de 2017). *Clausura Profepa zona de ribera de "Río los perros" por desechos arrojados sin autorización*. Recuperado el 22 de septiembre de 2020 de <http://www.istmopress.com.mx/istmo/clausura-profepa-zona-de-ribera-de-rio-los-perros-por-desechos-arrojados-sin-autorizacion/>

- Martínez, D. (26 de noviembre de 2018). *SEDEMA rehabilita Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco*. El Big Data. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de <https://elbigdata.mx/bignews/sedema-rehabilita-ejidos-de-xochimilco-y-san-gregorio-atlapulco/79700>
- Mata, E. O. (2018). *El costo social y ambiental de la expansión urbana sobre el suelo de conservación de la Ciudad de México en la forma de asentamientos humanos irregulares*. Tesis de Especialidad en Economía Ambiental y Ecológica. UNAM. Ciudad de México.
- McGinnis, M. y Ostrom, E. (2014). *Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges*. *Ecology and Society* 19(2): 30. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- McGranahan, G. y Satterwaite, D. (2003). Urban Centers: An Assessment of Sustainability. *Annual Review of Environment and Resources*, 28. 243-274
- Mena, H. y Servín, E. (2014) [imagen]. *Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum)*. Instituto de Biología, UNAM. Mercante, I.T., Bovea, M.D., Ibanez-Fores, V., Arena, A.P., 2012. Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a Spanish case study. *Life Cycle Assessment*. 17 (2), 232-241. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0350-2>
- Mendoza, X. (2012). *Las chinampas del humedal de Xochimilco: sistemas de biorremediación para la sostenibilidad* (Tesis de Maestría). COLEF. Tijuana, México.
- Mereguildo, E. (2018). *Implicaciones de las actividades humanas sobre los servicios ambientales del Suelo de Conservación en la Alcaldía de Xochimilco, del año 2000 al año 2015* (Tesis de Maestría). UNAM, Ciudad de México, México
- Merino, L. (2014). Perspectivas sobre la gobernanza de los bienes y la ciudadanía en la obra de Elinor Ostrom. *Revista Mexicana de Sociología*, 76 (5), 77-104
- Merlín, Y., González, C.E., Contreras, A., Zambrano, L., Moreno, P. y Astier, M. (2013) Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11:3, 216-233, DOI: 10.1080/14735903.2012.726128
- Meza, Jorge (2019). *Evaluación cualitativa de los contaminantes orgánicos en agua de los canales del área natural protegida de Xochimilco*. Tesis de Maestría en Ciencias (Limnología). UNAM. Ciudad de México
- Molineux, C.J., Fentiman, C.H., Gange, A.C. (2009). Characterizing alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the UK. *Ecol Eng.* 35:507.
- Montiel, J. (2017). *Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales* (tesis de maestría). UNAM. Ciudad de México
- Moreno-Bonnet, C., Zugazagoitia-Herranz, R., Sánchez-Martínez, C., Córdoba-Moreno, R. y Melo-Ruiz, V. (2012). Determinación de metales pesados en el agua de un canal de Xochimilco (México, D.F.) como proyecto de Servicio Social. *Educación química* 23 (3).
- Mulders, L. (2013). High quality recycling of construction and demolition waste in the Netherlands.
- NADF-024-AMBT-2013, (2015). Que Establece Los Criterios Y Especificaciones Técnicas Bajo Los Cuales Se Deberá Realizar La Separación, Clasificación, Recolección Selectiva Y Almacenamiento De Los Residuos Del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal 2/07/2015
- NOM-083-SEMARNAT-2003 (2004) Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Diario Oficial de la Federación (20/10/2004)
- NOM-161-SEMARNAT-2011 (2013). Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Diario Oficial de la Federación 01/02/2013

- Ortiz, G. (2019). Estructura ecológica urbana y sistema integral de áreas verdes para la infiltración de agua pluvia y la dotación de servicios ambientales para la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura en Urbanismo. UNAM. Ciudad de México.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325 (5939), 419-422. DOI: 10.1126/science.1172133.
- Ostrom, E. (2010), Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems. *American Economic Review* 100 (June 2010): 641–672  
<http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/aer.100.3.641>
- Oygaard, J.K., Gjengedal, E., Mage, A., 2005. Mass-balance estimation of heavy metals and selected anions at a landfill receiving MSWI bottom ash and mixed construction wastes. *J. Hazard Mater.* 123 (1-3), 70-75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.04.022>.
- Pankhurst, C., Doube, B. y Gupta, V. (1997). Biological indicator of soil health. CAB International.
- Pantoja, S. (23 de noviembre de 2019). *La nueva serie de Grupo Salinas arrasa... pero un área natural protegida*. Proceso. Recuperado el 23 de abril de 2021 de <https://www.proceso.com.mx/reportajes/2019/11/23/la-nueva-serie-de-grupo-salinas-arrasa-pero-un-area-natural-protegida-234764.html>
- Pantoja, S. (9 de diciembre de 2020). *Detienen en Xochimilco a 26 presuntos extorsionadores de piperos*. Proceso. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de <https://www.proceso.com.mx/nacional/2020/12/9/detienen-en-xochimilco-26-presuntos-extorsionadores-de-piperos-254217.html>
- PAOT (2008). *Estudio sobre la zona chinampera y demás afectadas de las Delegaciones Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, por la proliferación de asentamientos humanos irregulares en materia de afectaciones al medio ambiente y al ordenamiento territorial*. Recuperado el 18 de enero de 2021 de <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EOT-01-2008.pdf>
- PAOT (2010) a. *Estudio de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos de la construcción en el Distrito Federal*. 103 pp. Recuperado el 9 de marzo de 2020 de <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EOT-02-2010.pdf>
- PAOT (2010) b. *Estudio sobre el ordenamiento, control y tratamiento integral de asentamientos humanos irregulares ubicados en el Suelo de Conservación del Distrito Federal*.
- PAOT (2012). *Tendencias y propuestas sobre el hundimiento de la zona del ANP "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco"*. Recuperado el 19 de febrero de 2021 de [http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/informe\\_final.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/informe_final.pdf)
- PAOT (2013). Estudio para la elaboración de un SIG participativo de la zona chinampera para identificar los riesgos relacionados con la afectación de la calidad de agua y los hundimientos en Xochimilco" Licitación LA909024988-N1-2013. 188 pp.
- PAOT (2015). *Análisis espaciotemporal realizado en el paraje Toltenco, localizado en la zona chinampera de la Delegación Xochimilco. Reporte de protección ambiental*. Recuperado el 8 de marzo de 2021 de <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/toltenco.pdf>
- PAOT (2016). Estadísticas y datos generales de las áreas verdes de la CDMX. Recuperado el 15 de enero de 2019, de [http://www.paot.org.mx/micrositios/FORO\\_CONS\\_RN/pdf/mesa\\_4/Zenia.pdf](http://www.paot.org.mx/micrositios/FORO_CONS_RN/pdf/mesa_4/Zenia.pdf)
- PAOT (2016). *Suelo de Conservación*. URL: [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro\\_Suelo\\_de\\_Conservacion.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf)
- Peralta-Flores, A. (2011). *Xochimilco y su patrimonio cultural: memoria viva de un pueblo lacustre*. INAH: Colección científica, 579. 260 pp.
- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública* 22(2), 283-312
- Pérez, L. (2012). *Análisis de usos de suelo en Xochimilco* (Tesis de Licenciatura). UNAM. Ciudad de México.
- Pérez-Belmont, Patricia; Alvarado, Jannice; Vázquez-Salvador, Nallely; Rodríguez, Erika; Valiente, Elsa; Díaz, Julio. (2019) Water quality monitoring in the Xochimilco peri-urban wetland: experiences engaging in citizen science. *Freshwater Science*. 38(2), 342-351. DOI: 10.1086/703395



- Pliago, V. (2019). *La política pública urbano-ambiental de atención a los asentamientos humanos irregulares ubicados en el suelo de conservación de la Ciudad de México, desde la perspectiva del derecho a la ciudad*. Tesis de Licenciatura en Ciencias políticas y administración pública. UNAM. Ciudad de México.
- PNUD (s.f.). *¿Qué son los Objetivos del Desarrollo Sostenible?* Recuperado el 20 de enero de 2021 de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PNUMA y Centro Geo (2003). *Geo Ciudad de México. Una visión del sistema urbano ambiental*. URL: [http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/GEO\\_Ciudad\\_de\\_Mex.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/GEO_Ciudad_de_Mex.pdf).
- Poulikakos, L.D., Papadaskalopoulou, C., Hofko, B., Gschösser, F., Cannone Falchetto, A., Bueno, M., Arraigada, M., Sousa, J., Ruiz, R., Petit, C., Loizidou, M., Partl, M.N., 2017. Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction. *Resour. Conserv. Recycl.* 116, 32–44.
- Prado, B., Mora, L., Abbruzzini, T., Flores, S., Cram, S., Ortega, P., Navarrete, A., Siebe, C. (2020). Feasibility of urban waste constructing Technosols for plant growth. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.* 37 (3), 237-249.
- Ramírez, N. (2016). *Análisis de la utilización de agregados reciclados y agua residual tratada en la construcción de banquetas y guarniciones* (tesis de maestría). UNAM. Ciudad de México
- Reyers, B., Polasky, S., Tallis, H., Mooney, H. y Larigauderie, A. (2012). Finding Common Ground for Biodiversity and Ecosystem Services. *Bio Science.* 62 (5):503-507
- Reyes, A. y Rojas, M. (2020). *Propuesta de gestión de residuos por sismo. Caso de estudio: Ciudad de México 2017* (Tesis de Licenciatura). UNAM, Ciudad de México
- Ritz, K. y van der Putten, W. (2012). *Introduction*. En Wall et al. (ed) *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford.
- Rojas-Rabiela, T. (Comp) (1983). *La agricultura chinampera*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ruizpalacios, B. (2019). *La basura en Xochimilco como un reto para la sostenibilidad urbana*. Recuperado el 20 de mayo de 2021 de <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/sostenibilidad-cdmx/437-basura-en-xochimilco>
- Saavedra, Z., Ojeda, L. y López, F. (2011). Identification of threatened areas of environmental value in the Conservation Area of Mexico City, and setting priorities for their protection. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 74, 19-34
- Saavedra-Romero, Luz de Lourdes; Alvarado-Rosales, Dionicio; Patricia, Hernández-de la Rosa; Martínez-Trinidad, Tomás; Mora-Aguilera, Gustavo; Villa-Castillo, Jaime (2016) Condición de copa, indicador de salud en árboles urbanos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Madera y bosques.* 22(2):15-27;
- SAGARPA (2018). *Estadística de producción agrícola 2018*. Recuperado el 29 de diciembre de 2020 de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Sánchez, L. (2020). *Análisis de la gobernanza de los sistemas socioecológicos Llano Grande y Las Minillas, Puebla* (tesis de maestría). UNAM. Ciudad de México
- SEDEMA (2016). *Suelo de conservación*. Recuperado el 23 de junio de 2020 de [https://www.sedema.CDMX.gob.mx/storage/app/media/Libro\\_Suelo\\_de\\_Conservacion.pdf](https://www.sedema.CDMX.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf)
- SEDEMA (2017) *Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México. CDMX 2017*. Recuperado el 29 de abril de 2020 de [https://www.sedema.CDMX.gob.mx/storage/app/media/IRS\\_2017\\_FINAL\\_BAJA.pdf](https://www.sedema.CDMX.gob.mx/storage/app/media/IRS_2017_FINAL_BAJA.pdf)
- SEDEMA (2018) *Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2018*. Recuperado el 8 de marzo de 2020 de <https://www.sedema.CDMX.gob.mx/storage/app/media/IRS-2018-VF-09-09-2019.pdf>
- SEDEMA (2020) <sup>a</sup>. *Residuos Sólidos*. Recuperado el 23 de abril de 2020 de <https://sedema.CDMX.gob.mx/programas/programa/residuos-solidos> 8
- SEDEMA (2020) <sup>b</sup>. *Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2019*. Recuperado el 9 de marzo de 2021 de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/inventarioderesiduosolidos-ciudaddemexico-2019.pdf>

- SEDEMA (2020) <sup>o</sup>. *Continuará Gobierno de la Ciudad de México construcción del puente vehicular en Periférico Sur y Canal Nacional*. Recuperado el 15 de marzo de 2021 de <https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/continuara-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-construccion-del-puente-vehicular-en-periferico-sur-y-canal-nacional>
- Seror, N. y Portnov, B. (2018). Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools. *Waste Management* 75, 22–29
- Sharkawi, A.; El-din, S.; Mofty, E.; Ezzat, A.; Abbas, S. (2018). Feasible Construction Applications for Different Sizes of Recycled Construction Demolition. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4). 3351-3366.
- Sheth, J., Patel, K. y Devkar G. (2016). Analysis of Construction and Demolition Waste Management Policies from Sustainability Perspective. *International Journal for Scientific Research & Development*
- Shin, E., Kang, J., 2015. Migration of calcium hydroxide compounds in construction waste soil. *Adv. Environ. Res. An. Int. J.* 4 (3), 183-196. <https://doi.org/10.12989/>
- Silvestri, S. y Omri, M., 2008. A method for the remote sensing identification of uncontrolled landfills: formulation and validation. *Remote Sensing* 29 (4), 975–989.
- SMA (2007). Agenda ambiental de la Ciudad de México. *Programa de Medio Ambiente 2007-2012*. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal
- SMN (2021). *Monitor de Sequía en México*. Recuperado el 26 de abril de 2021 de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- SPC-Secretaría de Protección Civil (2014). *Atlas de peligros y riesgos de la Ciudad de México. Actualización de mapas de riesgo. Xochimilco*. Recuperado el 14 de abril de 2021 de [http://www.atlas.cdmx.gob.mx/mapas/MR\\_Xochimilco.pdf](http://www.atlas.cdmx.gob.mx/mapas/MR_Xochimilco.pdf)
- Suárez, S., Molina, J.D.A., Mahecha, L. y Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). *Gestión y Ambiente* 21(1), 9-21
- Sutton, P.C., Anderson, S.J., Constanza, R. y Kubiszewski, I. (2016). The ecological economics of land degradation impacts on ecosystem service values. *Ecological Economics*, 129, 182-192.
- Symonds, ARGUS, COWI y PRC Bouwcentrum (1999). Construction and demolition waste, management practices and their economic impacts. DGXI, Comisión Europea. 215 pp.
- Toledo, M. (2018). Implicaciones de las actividades humanas sobre los servicios ambientales del suelo de conservación en la alcaldía de Xochimilco, del año 2000 a 2015. Tesis de Maestría en Urbanismo. UNAM. Ciudad de México.
- Townsend, T., Tolaymat, T., Leo, K. & Jambeck, J. (2004). Heavy metals in recovered fines from construction and demolition debris recycling facilities in Florida. *Science of the Total Environment*. 332. 1-11. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.03.011
- United Nations. (2019). World Urbanization Prospects. In *Demographic Research* (12). DOI: <https://doi.org/10.4054/demres.2005.12.9>
- UNESCO (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*. Recuperado el 6 de julio de 2021 de <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- Vaverková, M., Maxianová, A., Winklen, J., Adamcová, D. y Podlasek, A. (2019). Environmental consequences and the role of illegal waste dumps and their impact on land degradation. *Land Use Policy*, 89, 104234
- Vega, S. (2010). *Determinación y cuantificación de algunos metales pesados en suelo-agua-planta en un área de la zona lacustre de Xochimilco-Mixquic, D.F.* (Tesis de Doctorado). UNAM, Ciudad de México.
- Vela, G., López, J. y Rodríguez, M.L. (2012). *Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. México. 77: 18-30

- Ventura, P. (13 de marzo 2018). Xochimilco, doble víctima del 19S; ahora es tiradero de escombros. *El Big Data*. Recuperado el 24 de mayo de 2020, de <https://elbigdata.mx/investigaciones/xochimilco-doble-victima-del-19s-ahora-es-tiradero-de-escombros/>
- Vidal, T. y Pol, E. (2005). La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Anuario de Psicología*. 36 (3). 281-297
- Villafuerte, D. (2018). *Diseño de mezclas asfálticas elaboradas con concreto asfáltico reciclado (RAP) y agentes rejuvenecedores* (tesis de maestría) UNAM. Ciudad de México
- Villegas, S. (2018). Impacto ambiental de la expansión urbana en el Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Tesis de Licenciatura en Urbanismo. UNAM. Ciudad de México
- Wall, D. H. *et al.* *Soils and ecosystem services*. Oxford
- Wang X., Rui Yu, Zhonghe Shui, Qiulei Song, Zhen Liu, Ming bao, Zhijie Liu, Shuo Wu (2019). Optimized treatment of recycled construction and demolition waste in developing sustainable ultra-high-performance concrete. *Journal of Cleaner Production* 221. 805-816.
- Weber, W., Jang, Y.C., Townsend, T. y Laux, S. (2002). Leachate from Land Disposed Residential Construction Waste. *Journal of Environmental Engineering*. 128 (3). DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2002\)128:3\(237\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2002)128:3(237))
- White, R. (2006). Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource. UK: Blackwell.
- Wigle, J. (2014). *De áreas verdes a zonas grises: gobernanza del espacio y asentamientos irregulares en Xochimilco, Ciudad de México*. En Azuela, A. (Coord.) (2016). *La ciudad y sus reglas. Sobre la huella del derecho en el orden urbano*. UNAM. México
- World Bank Group (2020). *State and Trends of Carbon Pricing 2020*. DOI: 10.1596/978-1-4648-1586-7
- Wu, S., Hou, Y. y Yuan, G. (2010). *Valoración de los bienes y servicios ecosistémicos y del capital forestal natural de la municipalidad de Beijing (China)*. En Los bosques al servicio de la gente. Recuperado el 10 de mayo de <http://www.fao.org/3/i1507s/i1507s07.pdf>
- Zambrano, Luis; Rivas, Miguel Ignacio; Uriel-Sumano, Carlos; Rojas-Villaseñor, Ruben; Rubio, Maya; Mena, Horacio; Vázquez-Mendoza, Diana Laura; Tovar-Garza, Armando.(2020) Adapting Wetland Restoration Practices in Urban Areas: Perspectives from Xochimilco in Mexico City. *Ecological Restoration*. 38(2):114-123
- Zamora, D. (2019). *Análisis espaciotemporal en el área natural protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco con técnicas de percepción remota en el período 1987-2016* (tesis de Licenciatura en Ingeniería Geofísica). UNAM. Ciudad de México

## ANEXOS

### a. Composición de las unidades del paisaje del ANP-EXSGA

Unidad	Morfología	Edafología	Clima	Uso de suelo
1	Planicie aluvial	Phaeozem gleyico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
2	Planicie aluvial	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
3	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	Cb(w1)w), templado subhúmedo	Humedal
4	Planicie lacustre	Phaeozem gleyico	Cb(w1)w), templado subhúmedo	Agricultura de riego
5	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
6	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
7	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Humedal
8	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	Cb(w1)w), templado subhúmedo	Urbano
9	Planicie lacustre	Phaeozem gleyico	BS1kw(w), seco semiárido	Humedal
10	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Humedal
11	Planicie lacustre	Phaeozem gleyico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
12	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Urbano
13	Planicie lacustre	Phaeozem gleyico	BS1kw(w), seco semiárido	Urbano
14	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Urbano
15	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Infraestructura y uso público
16	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de temporal
17	Planicie lacustre	Phaeozem háplico	BS1kw(w), seco semiárido	Urbano
18	Planicie lacustre	Solonchak mólico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de riego
19	Planicie lacustre	Solonchak mólico	BS1kw(w), seco semiárido	Humedal
20	Planicie lacustre	Solonchak mólico	BS1kw(w), seco semiárido	Agricultura de temporal

b. Composición de las unidades sociales del ANP-EXSGA

Unidad	Población		Actividad económica	Tipo de asentamiento	Zonificación	Nombramientos					Sitios arqueológicos	
	Número de personas por AGEB	Clasificación				UNESCO	Monumento histórico	ANP	RAMSAR	FAO		Número de nombramientos
1	517	Muy bajo	Primaria	Rural	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	0	4	1
2	6	Muy bajo	Terciaria	Urbano	Infraestructura pública	1	1	1	1	0	4	
3	517	Muy bajo	Primaria	Rural	Infraestructura pública	1	1	1	1	0	4	1
4	517	Muy bajo	Primaria	Rural	Protección	1	1	1	1	1	5	
5	517	Muy bajo	Terciaria	Urbano	Protección	1	1	1	1	0	4	1
6	52	Muy bajo	Primaria	Rural	Protección	1	0	1	1	0	3	1
7	2804	Medio	Secundaria	Urbano	Restauración	1	0	1	1	1	4	
8	2439	Medio	Secundaria	Urbano	Restauración	1	1	1	1	1	5	
9	4080	Alto	Primaria	Rural	Restauración	1	1	1	1	1	5	
10	4080	Alto	Secundaria	Urbano	Restauración	1	1	1	1	1	5	
11	3047	Medio	Terciaria	Urbano	Restauración	1	0	1	1	1	4	
12	3047	Medio	Terciaria	Urbano	Restauración	1	0	1	1	1	4	
13	4300	Alto	Secundaria	Urbano	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	0	4	
14	5295	Muy alto	Terciaria	Urbano	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	
15	2439	Medio	Primaria	Rural	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	
16	6	Muy bajo	Primaria	Rural	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	1
17	517	Muy bajo	Primaria	Rural	Restauración	1	1	1	1	1	5	
18	4324	Alto	Terciaria	Urbano	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	
19	567	Bajo	Secundaria	Urbano	Restauración	1	1	1	1	1	5	
20	567	Bajo	Terciaria	Urbano	Restauración	1	1	1	1	1	5	
21	567	Bajo	Terciaria	Urbano	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	
22	4080	Alto	Secundaria	Urbano	Chinampa y agricultura	1	1	1	1	1	5	

**¿Quiénes administran el almacén?**

La responsable de ahí. Es la Administración de pavimentación, a la que pertenecemos. Es de Servicios Urbanos (limpias, drenaje) → Pavimentación por administración (subdirectora Trinidad Jardines). Yo le reporto mensualmente, y al final del año, cuántos metros cúbicos de escombros. Con eso ella solicita en la alcaldía que se retire el material, luego la Alcaldía hace una gestión con el Departamento Central (de la SOBSE) para retirarlo del almacén o para triturar. Todo el escombros que llega lo echan a una máquina y se muele. Ese material se llama triturado, se almacena y se usa en las terracerías para conformar las calles.

**¿Qué maquinaria se usa, a quién pertenece?**

Mandan las máquinas y al personal del Departamento Central. Esa maquinaria viene del bordo, donde están los tiraderos de basura. Ellos vienen a la Alcaldía por medio de la gestión de la alcaldía. o sea, nosotros colectamos todo y cuando ya hay mucho volumen, lo reportamos a la Alcaldía y ellos gestionan con el Departamento.

**¿Qué tipo de material se colecta?**

Se levanta el material de las banquetas cuando están fracturadas o se cambia la guarnición. Por decir, me reportan que hubo un reembaquetamiento en tal calle y quitan el material que salió de eso. Entonces ahí llevan ese material.

Luego hay árboles que sólo queda el tocón, el cachito del tronco de árboles y la raíz. Lo llevan todo junto con la banqueta. Van a tirar el escombros y se anota la cantidad, de dónde viene el escombros.

A veces se pone adocroto en las plazas y cuando se cambia, ese material lo llevan allá, junto con la base que le ponen, que generalmente es de arena. entonces llevan arena con los adocretos.

También del reencarpetamiento. Cuando se corta la calle hay un material de doble granulado y el pedazo que queda se quita con una retroexcavadora y queda el material como hojuelas. Ese escombros también se deposita en la mezcla asfáltica en la Noria. Eso también es escombros. Con un tractor de 45 toneladas se rompen los tocones. Como se va trabajando así va llegando el material. Este material se recoge de las obras que se hacen en la alcaldía.

**¿También recogen el material que las personas dejan en la vía pública/cascajo en la calle?**

Nosotros como encargados de eso recibimos lo de Bacheo (guarniciones y banquetas), Pavimentación (cáscaras de asfalto y del reencarpetamiento). Eso sale diario del trabajo ahí. De pura obra pública, de la solicitud de banquetas en las colonias.

Respecto a los daños en Xochimilco por el terremoto del 2017, ¿cómo fue la gestión de los residuos?

Del 2017, del temblor se cayeron varias bardas, ese escombros se llevó a la Noria, de los pueblos afectados: San Gregorio, San Luis, Tulyehualco y Santa Cruz. esos cuatro. El más afectado fue San Gregorio y ese escombros también fue para la Noria. Si en tu casa se dañó tu barda, tenías que solicitar el apoyo y te pedían nada más que el escombros lo pusieras en la calle. Ahí llegaban los camiones de Pavimentación o de Bacheo y se llevaban todo para la Noria, pero eso nada más por el sismo. Todavía hasta el 2019 como hasta marzo. Retiro de escombros por el sismo. Después de la pandemia en marzo de este año ya no se recogió ese material.

**¿Solamente se colecta el escombros de sismos o también de demolición privadas?**

Por ahí de San Gregorio junto al mercado había un tiradero y ahí había losa, tabiques, barilla. Ahí lo iban a depositar. Luego la Alcaldía contrató a una empresa para que limpiaran todo ese escombros. Entonces la empresa se llevó todo ese escombros, pero desconocemos a dónde lo llevaron. La Alcaldía pagó para que se lo llevaran. También era escombros de los sismos.

**Si un habitante de la Alcaldía genera, por ejemplo, 10 costales de cascajo. ¿A quién tiene que acudir?**

Antes no se recibía nada de particulares. Si tú haces la remodelación es responsabilidad tuya sacar tu escombros. Fue después de los temblores que empezó a hacerse ese apoyo a la gente y ahora es costumbre.

Entonces ahora sacan cualquier cosa y lo reportan al departamento que se llama CESAC, es un módulo para todas las quejas. Por ejemplo, si un árbol te está dañando tu barda, haces tu solicitud, después mandan a un

personal para verificar que sí sea necesario intervenir o cortar o talar o algo. Pero primero la solicitud. No lo recogen luego luego, puede tardar 15 días o un mes.

Lo mismo que el escombros, haces la solicitud, te contestan y te van a recoger tu escombros. Ahora también tiene un módulo que se llama XochiWhats y ahí quejas de todo tipo, que el drenaje, que el alumbrado, ahí lo solicitas.

**¿Usted diría en general que las personas conocen el procedimiento para solicitar que se retire escombros?**

No, se va dando de boca en boca

**¿La emisión de una solicitud para recoger escombros de privados también puede hacerse a modo de denuncia cuando no se conoce quién lo depositó en la vía pública?**

Pues claro. Como ciudadano uno puede hacer un reporte porque el escombros está ahí dando mala imagen, luego se acumula basura. Porque si alguien deja hoy una bolsita, mañana aparecen tres y luego diez. Sí hace falta que la gente reporte o denuncie. Pero luego pasa.

Cuando se levanta el reporte te van a pedir papeles y datos. Y luego te dan una copia del reporte. Y ya luego dentro de 8 días revisas y si no, otra vez fijarse. Si llevas tres semanas hay que volver a ir a reportar.

**¿Qué pasa si los reportes se hacen ante otras instancias, como la PAOT o la DGIVA?**

En Xochimilco hace como 5 años consignaron a los primeros por tirar escombros. Ahora sí que hay que denunciar y luego ver si sí te hacen caso.

**¿Cuál es el origen de la mayor cantidad de material que reciben?**

Pues el de la obra de Xochimilco, que se hace en toda la alcaldía. Todo lo de los desastres también se va a la Noria. Lo que más se recibe es de las banquetas. Porque del reecarpetao es poco porque son las puras orillas. Cuando entra la máquina muele el asfalto, por eso sólo nos llevamos la orilla. Y eso se conoce como fresado, como un polvito. Cuando tienen eso me llevan ese material, puro fresado.

**Además de escombros, ¿reciben otros materiales en el almacén?**

Pues ahí en el escombros va todo revuelto. La coca cola, el tronco. También hay llantas.

**¿Se separan los materiales del cascajo?**

Sí, antes de la trituración hay que quitar llantas, varillas. Hay que estar limpiando para que no se dañen las máquinas. Con cuidado hay que quitar plásticos y todo lo que sale de ahí, solicito un apoyo a Limpia para que se lleven mi basura. Separamos las llantas, los tronquitos y así de todos lados. Pero llega más material del que podemos limpiar.

**¿Considera que el manejo que se hace en la Alcaldía es el adecuado?**

Para nada. Nosotros corremos mucho riesgo de tener una infección.

**¿Ustedes conocen la legislación?**

Nosotros vemos que es un riesgo en la práctica. Aquí se ha desbordado el río San Buena Ventura. Cuando se desborda lleva de todo. En la emergencia se levanta el lodo y eso se lleva en camiones a la Noria. Y eso va super contaminado. Y nadie ha dicho que hay que desinfectar o matar microbios. O tirarle cal al escombros. No hay un manejo correcto

**¿Para usted cuál sería un manejo correcto?**

Que entrara puro cascajo limpio. Y el polvo que se desprende es muy tóxico, debe haber un desinfectante o algo. O que cada mes fueran a arreglar eso, para nosotros que estamos ahí no corramos riesgo. Yo siempre he usado cubrebocas y goggles y gorra para protegerme del polvo. Es responsabilidad de uno.

**¿Qué tipo de vehículos se utilizan?**

Se usan camiones de volteo. En otra unidad hay como 20 vehículos. Ellos avisan y mandan la cuadrilla, al operar y me mandan el material. Y luego el mismo al otro día va a otro lugar. Lo único que tienen los choferes es su licencia de manejo, todo eso lo gestiona la delegación. Pero sí desconozco si tienen o no un permiso de medio ambiente.

### **¿Qué capacidad tiene el almacén?**

Uy, en el almacén acaban de triturar 17,000 m<sup>3</sup> de escombros. Y apenas hemos entregado 1500 m<sup>3</sup> para que se use. Sólo el 10% se ha usado. Y otra vez ya tenemos otro montón de escombros.

### **¿Usted cree que la generación de escombros es un problema?**

Sí es un problema, pero porque no se trata adecuadamente. Si sólo se recibiera lo de las guarniciones o lo del fresado, lo podemos moler y ya lo uso como grava o arena. Si le diéramos el manejo adecuado, eso se estaría reciclando constantemente, aunque sea pon tu que tengan una vida de 5 años. Tendríamos menos escombros porque ahorita lo que tengo de escombros lo molemos y lo usamos. Pero como eso no se hace así, se acumula y se acumula. Luego viene el departamento y se lo llevan.

Yo desconozco el destino que le dan en el departamento. No sé si lo usan para relleno o para moler. Seguro de ahí se pueden sacar varias cosas, pero habría que separarlo. Por ejemplo, los tabiques o los ladrillos, a lo mejor volver a hacer otro block, pero tendría que estar limpio.

### **¿Cuentan con personal suficiente para realizar estas actividades?**

Ahí en la Noria está el vigilante, un operador para llenar los camiones y yo. Yo junto con el operador hacemos la limpieza del material. Apenas salen unos y ya llegaron otros.

### **¿Quién tendría que intervenir en el reciclado del material?**

Obras sólo hace obra pública, hacen el presupuesto, contrata a la empresa, pero no supervisa. Van cuando ya está terminado. El material triturado se puede rellenar en jardines, pero con abono natural de la res. Una capa de estiercol, una capa de triturado, luego tierra y luego estiercol. Con tres capas de 20 cm y de regar diario, tienen que ir, la naturaleza hace sus procesos. Con eso tendrían unos parques bien bonitos, pero no saben ni hay quién. Nunca lo hacen.

### **¿Qué efectos cree que tiene el escombros que se deja en la vía pública?**

Pues primero si lleva tiempo ya ahí, el costal se rompe y todo se riega. Luego las piedritas se empiezan a mover. Y las coladeras se tapan luego. Se va eso al alcantarillado, la coladera, luego llueve, se taponea y vienen las inundaciones. El problema es que se genera muchísimo.

### **¿A quién le afecta? ¿Para quién es el problema?**

Afecta a toda la comunidad. A todos nos afecta. A todos.

### **¿Usted cree que las personas conocen la problemática?**

Las personas pueden ser conscientes en una plática, pero luego no sabemos cuáles son las instancias que nos pueden ayudar a resolver el problema. Porque luego hasta en la calle están los letreros y ahí dice "se recoge cascajo" y tú le pagas al chavo y el chavo se lo lleva, pero no sabes a dónde. A lo mejor ellos tienen un terreno o como pasa en las noches aquí en Xochimilco. Por ejemplo, en la Av. Río Santiago luego amanece lleno todo de escombros. ¿Quién lo fue a tirar? nadie, pero además en la noche, amanecen de un día para otro. El problema es muy complejo.

En cualquier colonia hay alguien con una camioneta particular y se lo llevan, pero nunca sabemos a dónde. El primer problema es sacarlo de tu casa y yo ya pagaste y se lo llevaron pues ya no importa, pero tiene que tener algún destino. Es complicado.

### **¿Quién tendría que resolver ese problema?**

Por ejemplo, en la Alcaldía debería haber un departamento que haga esas gestiones. Como obra pública ellos saben que hay estos residuos, estos se tienen que manejar adecuadamente y llevarlos a tiraderos especiales. Así sería lo ideal, pero te digo que lo más que se hace es que el Departamento llega y lo trituran, se lo llevan y luego ya no se sabe qué hacen con ello, si lo reciclan o qué.

Xochimilco es una reserva ecológica. Y han ido a tirar mucho escombros ahí. ¿Quién da el permiso? Pues alguien. Ahí está la cuenca lechera, y esa zona la llenaron de escombros que daba miedo. Alguien debió dar el permiso, alguna autoridad. Ahí se quedó, ya nadie lo recogió.



En el contexto de los trabajos que se hicieron en el Ejido de San Gregorio por la restauración de parcelas con materia orgánica.

**¿De dónde proviene el material que se usó en la nivelación y para la restauración de las parcelas del ejido?**

El material que se colocó sobre los RCD del ejido venía del desazolve de Tezonco, pero ahorita ya no hay. Ya no están sacando porque se inundó otra vez. Es lo que baja de la zona cerril.

Los vasos que desazolvaban están en San Lucas y Santiago. No es de los canales, es de atrás de la deportiva. La tierra que sacaron es la que estaban poniendo en las parcelas.

**¿Qué es entonces el material orgánico que colocan sobre esa tierra/lodo del desazolve?**

Después se pone tierra buena, que sí sirve para el cultivo.

**¿Qué hicieron con el cascajo que había en las parcelas? ¿Lo removieron?**

Al cascajo no se le hizo nada nada. Ahí se quedó. Encima le echaron todo. Se extendieron y ya se aplanó el cascajo. Le echaron nada más encima.

**¿Cuál es el objetivo de hacer ese procedimiento?**

Para poder sembrar. Pero las personas pelearon la tierra. A mí no me echaron ni un carro de tierra a mi tramo, porque yo también tengo piedras. Yo quería rellenar mi tramo para trabajarlo todo, pero no echaron ni un carro de tierra.

En CORENADR fui a ver a Abel para decirle que mi tramo no está completo. Yo que sí tengo bien sembrado. Me dijo que la próxima vez ya me toca a mí primero, pero ya para qué si ya se va a pasar la siembra. Ahora hay que esperar a las secas para volver a sacar.

Entonces trabajan con el Ing. Abel. ¿Ustedes los buscaron para hacer el proyecto o ellos?

Nosotros hicimos la solicitud y les explicamos el proyecto. Ya cuando hubo presupuesto, la CORENADR ya habló.

**¿Quién puso la mano de obra?**

La CORENA, bueno una parte, ellos toda la mano de obra. Porque también de la sierra, los vecinos compraron su diesel para la maquinaria. Nosotros usamos nuestro tractor de cadena, porque con llantas se patinaba. Con ese se iba empujando la tierra y se iba emparejando.

**¿Cuánto tiempo tiene que lo hicieron?**

Apenas como 15 días que se paró el tiro porque pues ya no hay tierra y ya no pudieron estar sacando.

**¿Pusieron composta? No, pura tierra.**

**¿Cuál era la idea?** La idea era hacer una nivelación porque se inunda todo, como está la laguna, ya se está comiendo otro poco de tierra.

**¿La laguna estaba ya desecándose?** Está bien que crezca para abajo, pero no para arriba. Ya estaba anegándose todo. Entonces si dejamos que se anegue todo ahí también, ya no nos van a reconocer y nos van a quitar.

Ahorita que se estaba pudiendo meter la tierra, aprovechamos y ya no se ve que la laguna llegue tan arriba, ya no se ve el espejo. La idea era nivelar para sembrar.

**¿Las parcelas intervenidas son las de alrededor de la laguna?** Sí, desde el tramo 1 hasta el 10, esos son los que hay que rellenar. Pero los vecinos de más adelante, por donde nos sentamos la otra vez, ahí fueron a echar pleito y un despapaye. Entonces se empezaron a llevar unos carros para allá y luego ya fue para todos lados la tierra.

Hay tramos que ni están sembrados ni nada, yo no sé para qué pelean.

**¿Deshierbaron antes de poner la tierra?** Ya era eso un bosque. Metieron la máquina para empujar las varas y ya que lo tiraron le fueron echando la tierra.

Los tramos del 1 a 10 fueron los que sí están completos, pero luego ya jalaron los carros para todos lados. Es que con esta gente no se puede, son bien necios.

**¿Cómo fue la gestión de quién sí y quién no?** Pues ese ya fue el problema, porque jalaron los carros para otro lado. Fue Abel otra vez y les dijo que no, pero viera cómo lo insultaban. Y ya al final dejaron que se llevaron los carros por allá, para no tener problemas. El relleno está por donde quiera, no está parejo.

**¿Algunas personas sembraron?** Nadie ha hecho nada. Todos dicen que las quieren ahorita para las flores, para el cempasúchil, que para eso lo quieren primero y ya luego para la noche buena.

**¿Ya es hora de sembrar el cempasúchil?** Ya, desde junio y julio se siembra. Estamos esperando a ver si ahora sí siembran.

**¿Qué pasó con las personas que tenían invernadero?** A algunos les faltó relleno y ya ahorita metieron tierra. Pero ellos nomás meten maceta.

**¿La idea es sembrar ornamentales?** Sí, el cempasúchil y la nochebuena.

**¿Hay algún plan de seguimiento de la CORENA o de ustedes?** No sé si con la CORENA, porque nosotros qué. No nos están diciendo que cuidemos nuestras plantas, nada más para que lo vean. Y que vea CORENA también que ya nos pusieron tierra y que va a estar tirado. Para qué lo pusieron. No es justo que a los que lo necesitan no les dan y a los demás nomás van a echar pleito y ya y ni trabajan los terrenos.

**¿El plan es ver si se siembra o no en unos meses?** Hay que ver si de veras siembran o no.

**¿Usted cree que la tierra que sí es fértil y que funcione?** Pues sí. Si va a ser con zurco o así al aire libre, ya lo deben de sembrar, o tirar la semilla. Pero en maceta unos ya lo están trabajando.

**¿Usted cree que si sí funciona el proyecto, se repita?** Yo creo que sí sí funciona, muchos sí van a seguir sembrando.

**¿La tierra sí se aplanó o cómo estuvo?** Le digo que los que pidieron tierra tuvieron que comprar el diesel para que entrara la máquina para que quedara parejo. A los que ya les dieron ya no les van a dar más

**Hace años la CORENA tuvo la iniciativa de renivelar el ejido. ¿Qué es distinto de esta ocasión?** Pero esa vez fue puro cascajo, ni tierra buena ni nada. Ahí nada se puede sembrar, ni los tractores ni el arado entran.

**¿Hay cascajo del sismo de 2017?** No, nada más del 85. Ya luego no se dejó meter nada. Según ellos pura tierra buena metieron, pero no, ahí ya se paró el tiro. Cuando nosotros entramos a la comisaría fue cuando los páramos, ya hasta nos estaban buscando que nos querían matar porque ya no dejamos meter los carros. Esa era una mafia que estaba por allá y a fuerzas querían que se metieran los carros.

Fuimos con el alcalde y nos mandó policías y quitaron unos carros. Estaban bien enojados.

**¿El alcalde de Xochimilco volvió a ganar las elecciones?** Según, pero todavía no. Anduvimos apoyando también nosotros, pero dicen que todavía no le dan el papel de que ya ganó. Entonces quién sabe, hay que ver si queda o no queda.

**¿Es seguimiento de los proyectos anteriores o es algo nuevo?** Pues sí es seguimiento de lo de antes, del relleno. Pero no se lleva a cabo continuamente, sino, ya estuviera, pero *pos* no.

**¿Qué cree usted que se necesita para que otros ejidatarios quisieran entrar?** Hace 20 días que estuvimos con él, nos dijo que otra vez se tenía que hacer desde la 1 a la 100. Eso dijo. Que si no CORENA va a venir a vigilar para que ya no se metan los carros pa' todos lados.

**¿Usted cree que sí quedó bien?** Sí

**¿Hubo una limpieza del cascajo y las llantas que había al lado de la laguna?** Las llantas sí se quitaron, pero el cascajo no, porque hay unos bien grandísimos. Esos los taparon, les pusieron 80 cm de tierra arriba. Ahora ya quedó bien alto.

**¿Usted cree que los trabajos afectan a la fauna (patos y aves de la laguna)?** No esos animalitos nomás andan en la orilla. Yo digo que es tierra que baja de los cerros, no creo que haga nada.

**¿Cuánto tiempo llevó hacer la gestión?** Estuvieron como un mes metiendo tierra. Entraban muchísimos carros a cada rato. Eran góndolas las que entraban, es muchísima tierra la que metieron.

**¿El paisaje se modificó?** Ahora las parcelas que ya emparejaron sí se ven bien bonitas, ahora hay que ver si las trabajan. Para ver están bien

**¿Cuánto tiempo pasó entre que se hizo la solicitud y que se intervino el Ejido?** Como en 15 días ya nos mandaron la tierra. Estuvo rápido porque ya estaba el proyecto

d. Desglose de costos de maquinaria

Función	Equipo/herramienta	Cantidad (unidad)	Tiempo	Fuente	Costo unitario (M.N.)	Costo total (M.N.)
Movilización y reubicación de material	Retroexcavadora	2	1 mes	Adcoma S.A. de C.V.	31,000	62000
Preparación del terreno	Tractocompactor	1	1 mes	CMIC. Tabulador 2016	171,000	171,000
Carga y transporte de material	Camión volteo 7 m <sup>3</sup>	1	1 mes	Gobierno. Transparencia	1105.1	33153
<b>TOTAL</b>						<b>266,153</b>

