

# 8

## Medio ambiente

### Marco teórico

#### Biodiversidad

La Ciudad de México es una Ciudad biodiversa, que, a pesar de ser la entidad más pequeña del país (1485 km<sup>2</sup> de superficie total) y una de las más pobladas del mundo (9.2 millones), alberga 12% de la biodiversidad a nivel nacional, el 2% del planeta.<sup>1</sup>

Cuenta con una gran variedad de tipos de vegetación distribuidas altitudinalmente: vegetación acuática y subacuática en cuerpos de agua como canales, lagos y humedales; bosque de coníferas, integrado por comunidades de pino y de oyamel; bosque de encino (2741 ha, entre 2500 y 2800 a 3200 msnm); bosque mesófilo de montaña; pastizales naturales o de alta montaña y matorral xerófilo.<sup>2</sup>

En los ecosistemas naturales, incluyendo los ecosistemas urbanos, coexisten 1598 especies de plantas nativas y exóticas.<sup>3</sup> Además, se han registrado hasta 264 especies de hongos

- 1 Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (SCDB). (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica* - Resumen Ejecutivo. Montreal. pp. 16. GDF. (2012). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F. 96 pp. Muñúzuri, S.E., J. Riojas-Rodríguez, J. Bernal-Stoopen y M. A. Rodríguez-Arana. (2016). Marco jurídico e institucional y política. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol I. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 218-250.
- 2 Rivera, J. E. & A. Espinoza H. (2007). La flora y vegetación del Distrito Federal. pp. 231-253. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Luna V., I., J.J. Morrone & D. Espinosa O. (eds). CONABIO/UNAM. Rivera-Hernández, J. E. (2016). Flora y vegetación. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. II. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 24-48. Sorani-Dalbón, V., G. Rodríguez-Obregón y D. Reygadas P. (2016). Usos y cobertura del suelo. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. II.
- 3 Rivera-Hernández, J. E. & N. Flores-Hernández. (2013). Flora y Vegetación del Distrito Federal. Conservación y Problemática. Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. y Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

macroscópicos,<sup>4</sup> 3851 especies y subespecies de invertebrados dulceacuícolas y terrestres<sup>5</sup> y 517 especies de vertebrados (22 especies de peces, 18 anfibios, 39 reptiles, 355 aves y 83 mamíferos). De esta diversidad de especies, 770 son endémicas de México.<sup>6</sup>

En cuanto a la diversidad genética, la Ciudad forma parte de uno de los principales centros de origen y diversificación de especies como el maíz (*Zea mays*), la calabaza (*Cucurbita* spp), el chile (*Capsicum* spp), el amaranto (*Amaranthus* spp) y el frijol (*Phaseolus* spp)<sup>7</sup>. Los principales cultivos nativos en la entidad son el maíz (*Z. mays*), el nopal (*Opuntia* spp) y el amaranto (*Amaranthus* spp), que son las especies vegetales más estudiadas en cuanto a su variabilidad genética.<sup>8</sup> El maíz nativo de la Ciudad de México, el único que ha sobrevivido al crecimiento urbano, representa un patrimonio genético invaluable del país.

Otro componente importante de la biodiversidad de la Ciudad es la diversidad de usos de los recursos naturales que ha dado lugar a una amplia variedad de especies de consumo y a un gran patrimonio biocultural. Esta diversidad biológica, junto con los servicios ambientales que derivan de ella, constituye el capital natural de la Ciudad y es la base del desarrollo y bienestar de su población.

## Servicios ambientales

El medio ambiente y los recursos naturales constituyen la fuente de bienes y servicios ambientales que permiten el desarrollo de la vida humana. El concepto de *servicios ambientales* constituye los beneficios o contribuciones que las personas obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas o de la naturaleza.<sup>9</sup>

Los servicios ambientales fluyen hacia la sociedad y proporcionan un apoyo fundamental a la vida humana: desde el suministro de agua limpia hasta el control de la erosión; desde el abasto de alimentos hasta la regulación del clima; desde la recreación hasta la belleza escénica.

La clasificación de los servicios ambientales distingue cuatro grandes categorías: 1) *servicios de provisión o abastecimiento*, que abarcan todos los pro-

4 Sierra, S., S. Castro-Santiuste, L. Izquierdo-San Agustín, I. Rodríguez-Gutiérrez, L. Pérez-Ramírez, A.E. González-Mendoza & J. Cifuentes. (2016). Hongos macroscópicos (Fungi). En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol II. CONABIO/SEDEMA, pp. 67-78.

5 Cano-Santana, Z. & A. Romero-Mata. (2016). Encinos (Fagaceae). En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. II. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 106-121

6 García-Vázquez, U.O. & M. Trujano-Ortega. (2016). Resumen ejecutivo. Diversidad de vertebrados. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. II. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 373-374.

7 CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2019). *¿Qué es la agrobiodiversidad?*

8 Vázquez-Domínguez, E. & M.G. Méndez-Cárdenas. (2016). Introducción a la diversidad genética. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. II. CONABIO/SEDEMA. México, pp. 442-446.

9 Díaz, S. et al. (2018). Assessing Nature's Contributions to People. *Science*. 359(6373), 270-272.

ductos obtenidos de los ecosistemas (*i.e.* materias primas como fibras, madera, agua, medicinas, alimentos y combustibles); 2) *servicios de regulación*, que incluyen todos los beneficios obtenidos de la regulación de procesos ecosistémicos (*i.e.* la temperatura, el clima, el ciclo del carbono, la polinización, el control de la erosión y de las enfermedades); 3) *servicios de soporte* esenciales para la producción de todos los demás servicios (productividad primaria, la conformación del suelo, el reciclaje de nutrientes) y, finalmente, 4) *servicios culturales*, que involucran los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual y cultural, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (*i.e.* apreciación escénica o sitios recreativos).<sup>10</sup> El concepto de servicios ambientales ya ha sido incorporado por los tomadores de decisión en las leyes; por ejemplo, el suelo de conservación (SC), según la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal (ahora Ciudad de México), es el área que por sus características ecológicas brinda servicios ambientales.<sup>11</sup>

Tras su éxito en las esferas científicas y políticas, el concepto de servicios ambientales se está difundiendo ahora en las esferas de gestión local. Claro ejemplo de ello es el desarrollo de las áreas protegidas, los consejos de cuencas hidrográficas o la planificación territorial de zonas urbanas.<sup>12</sup> Uno de los desafíos para los políticos, administradores y planeadores del territorio es hacer operativo el concepto de servicios ambientales de manera que sea significativo para los actores locales, y útil para fomentar la gestión sostenible del territorio. Los servicios ambientales resultan relevantes para el mantenimiento y permanencia de las funciones de la Ciudad y, por ende, de sus habitantes. Entre los servicios que brinda el SC, el sistema de áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental, así como la red de áreas verdes urbanas de la CDMX, se encuentran los siguientes: suministro de agua y su infiltración a los mantos freáticos; regulación de la temperatura y microclimas; producción de oxígeno y reducción de los niveles de contaminación atmosférica; captura de carbono y mitigación de los efectos del cambio climático; formación y retención del suelo; provisión de hábitat, en el que se conserva un importante reservorio de biodiversidad; y producción agropecuaria, además de brindar belleza escénica junto con los sitios recreativos y culturales para la población.<sup>13</sup> El marco conceptual de los

10 Millennium Ecosystem Assessment, M. E. A. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis*.

11 PAOT. (2020). Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano de la Ciudad de México. México: Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial. Disponible en: <http://200.38.34.15:8008/mapguide/sig/siginterno.php>

12 Grêt-Regamey, A. *et al.* (2017). Review of Decision Support Tools to Operationalize the Ecosystem Services Concept. *Ecosystem Services*, 26, 306-315.

13 Gobierno del Distrito Federal (GDF). (2012). Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal.

servicios ambientales es de gran utilidad principalmente porque establece explícitamente las complejas relaciones y retroalimentaciones que existen por el acoplamiento entre los ecosistemas y los sistemas humanos, también llamados sistemas socioecológicos (SSE).<sup>14</sup>

### Sistemas socioecológicos

Los sistemas socioecológicos describen el acoplamiento entre el sistema social y ambiental, el cual contempla relaciones y retroalimentación en interacción. Las interacciones son recíprocas entre el humano y el ambiente.<sup>15</sup> Es decir, el bienestar humano y la integridad de los ecosistemas están íntimamente ligados.

Un SSE es un sistema abierto con una serie de influencias que lo afectan,<sup>16</sup> tales como el crecimiento de la población, el cambio tecnológico, los efectos de los mercados, el comercio y el cambio climático. Los cambios políticos y las presiones de la globalización también se consideran influencias importantes en los SSE.<sup>17</sup> El enfoque de SSE se desarrolla sobre la noción de que las fronteras entre los componentes sociales y los componentes ecológicos de los ecosistemas son arbitrarias. En realidad, dichos componentes están estrechamente relacionados, por lo que –para un análisis– un sistema se estructura dilucidando sus conexiones entre variables sociales y ecológicas en un determinado espacio. Las ciudades son SSE caracterizados por complejas redes de componentes que interactúan entre sí, lo que hace que la gestión, desde un enfoque de resiliencia y sustentabilidad en las zonas urbanas, sea un objetivo difícil de alcanzar.<sup>18</sup>

### Retos para garantizar el derecho a un medio ambiente sano

El reto de transitar hacia la sustentabilidad en las ciudades puede ser abordado a través de una planeación y gestión del territorio que busque potenciar el bienestar social, el desarrollo económico y la conservación ecológica. En ese sentido, la planeación de la CDMX debe basarse en su Constitución Política (CPCDMX) que busca la consolidación del Estado como garante de los derechos humanos y de las libertades inalienables de las personas. El acoplamiento entre el enfoque de la sustentabilidad y el de los derechos de Ciudad debe contem-

14 Binder, C. *et al.* (2013). Comparison of Frameworks for Analyzing Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(4).

15 Colding, J. & Stephan, B. (2019). Exploring the Social-Ecological Systems Discourse 20 Years Later. *Ecology and Society*, 24(1).

16 F. Berkes, *et al.* (2000). 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge. *Development*, 18(1), 71-82.

17 Calderón-Contreras, R. & Quiroz-Rosas, L. E. (2017). Analyzing Scale, Quality and Diversity of Green Infrastructure and the Provision of Urban Ecosystem Services: A Case from Mexico City. *Ecosystem Services*, 23, 127-137

18 Zurlini, G., Petrosillo, I. & Cataldi, M. (2008). Socioecological Systems. *Choice*, 21, 296-302.

plar el papel protagónico de los ecosistemas existentes y, por ende, el cuidado de su integridad. Garantizar la disponibilidad y el acceso a los derechos en la CDMX y elevar los niveles de bienestar de sus habitantes, depende en gran medida de la provisión de los servicios ambientales que el SC brinda, así como de las áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental y áreas verdes urbanas. La provisión de servicios ambientales está directamente relacionada con el derecho a la vida digna, derecho al agua y a su saneamiento, derecho a un medio ambiente sano, derecho al espacio público y derecho a la seguridad urbana y a la protección civil, ya que el mantenimiento de los servicios mitiga los impactos de fenómenos de carácter natural y antropogénico emergentes en las ciudades.

A pesar de la certeza en torno a la importancia de los servicios ambientales para garantizar el bienestar socioecológico y el desarrollo sustentable, el acceso a éstos en las ciudades puede llegar a ser extremadamente inequitativo para sus habitantes. Sin duda, los derechos de Ciudad en la CDMX exponen las corresponsabilidades en términos de derechos y deberes entre la sociedad, las instituciones y la industria, pues buscan el ejercicio pleno de los derechos humanos, la función social de la Ciudad, su gestión democrática, la justicia territorial, la inclusión social y la distribución equitativa de bienes públicos con la participación de la ciudadanía. Por ello, visualizar y vincular las corresponsabilidades y basarse en los principios de los derechos humanos –universalidad, interdependencia, indivisibilidad, complementariedad, integralidad, progresividad y no regresividad–, es clave para que la planeación del territorio sea viable social y ambientalmente, y para que pueda sostenerse en el tiempo.

## **Descripción de la MRE Medio Ambiente**

### **Dinámicas metropolitanas que afectan el cumplimiento de los derechos en Medio Ambiente**

#### **Crecimiento poblacional**

En materia de medio ambiente, la dinámica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) tiene una estrecha relación con la garantía de derechos de las y los habitantes de la CDMX, con énfasis en el derecho a un medio ambiente sano y al agua. En ese sentido, el crecimiento poblacional, la expansión territorial (predominante de la mancha urbana), así como la movilidad laboral y de mercancías intrínseca asociada a la concentración y distribución espacial de la industria, el comercio y los servicios, son las principales problemáticas que se identifican en la ZMVM. Éstas tienen una serie de impactos que inciden en el

bienestar y que agravan las condiciones necesarias para acceder a un medio ambiente sano y al agua en los habitantes de la CDMX.

### *Disminución de áreas verdes*

La disminución de áreas verdes a causa del crecimiento poblacional y su resultante aumento en requerimientos de espacio y vivienda ha sido identificada como uno de los principales impactos de las dinámicas metropolitanas sobre la CDMX. La ausencia de áreas verdes limita sus aportaciones en términos de biodiversidad y de servicios ambientales, impidiendo detonar beneficios para las y los habitantes de las ZMVM y de la CDMX, por ser elementos que no obedecen o distinguen una lógica de regiones administrativas, sino más bien de continuos espaciales.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU<sup>19</sup>), entre 1980 y 2010 la ZMVM presentó un incremento poblacional de 1.42% que vino acompañado de un crecimiento de la superficie construida con una estimación aproximada de 3.57 veces más respecto a la superficie reportada en 1980. Ello se traduce en una significativa expansión formal (mancha urbana) e informal (asentamientos humanos) de la ZMVM.

Para 2030, como expectativa de la expansión de la mancha urbana se estima una concentración sobre todo hacia la parte norte de la ZMVM. Destaca el incremento en los municipios de Texcoco, Zumpango, Tecámac y Tizayuca que será de más de 2,000 hectáreas (ha), con lo que para entonces casi 90% del territorio de Tizayuca estará ocupado por asentamientos humanos.<sup>20</sup> Dentro de la expansión urbana hay un impacto significativo en la frontera agropecuaria que en el intervalo 2000-2015 reportó una conversión de 97,598 ha, y para la cual se espera una alarmante disminución en 66,000 ha, lo que significa pasar de 27% en 2015 a 21% en 2030.<sup>21</sup>

Esta dinámica, en convergencia con la tala ilegal, las actividades de minería de material pétreo, la persistencia de prácticas agrícolas insustentables (*i.e.* cambio de uso de suelo para el cultivo de avena y papa, el uso de agroquímicos), entre otros, ha impactado en una disminución de la cobertura forestal. Se reporta un decremento de 6,949 ha en la primera década del siglo, pues en el año 2000 se contaba con 198,295 ha y para el año 2010 se reportaron 191,346 ha. De seguir con esta tendencia, para el año 2030 habría una disminución de

19 SEDATU (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, CDMX, México. Disponible en: [www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015](http://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015)

20 Corona Romero, N. (2016). Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030. En: *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*, Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

21 Jiménez Ortega, A. D. & Galeana Pizaña, J. M. (2016). Tendencia dominante en la funcionalidad del espacio urbano-rural en la cuenca de México. En: *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*, Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

7.1% de la superficie forestal de la ZMVM.<sup>22</sup> En la Ciudad de México se estima que entre 1970 y 2005 el cambio de uso de suelo ocasionó la pérdida de 8,590 ha de cobertura forestal.<sup>23</sup>

### *Sobreexplotación de recursos*

El crecimiento de la población de la zona metropolitana de la CDMX, la reducción de áreas de infiltración al acuífero y los efectos del cambio climático, han propiciado que la disponibilidad media de agua per cápita continúe descendiendo, exacerbando la condición de estrés hídrico de la metrópoli que prevalece desde hace décadas. Esto se refleja en un déficit anual de 22.6 m<sup>3</sup>/segundo.<sup>24</sup>

Actualmente, sólo 72.6% de la población cuenta con abastecimiento diario de agua potable, y se presenta un fuerte desequilibrio en la distribución y consumo de agua en diversas zonas de la Ciudad. Por otro lado, la operación de la infraestructura hidráulica para el suministro causa severas afectaciones a los caudales y cuerpos de agua, así como a la diversidad de especies asociadas a los ecosistemas acuáticos.

### *Contaminación ambiental*

Otra dinámica que afecta directamente en el derecho a un ambiente sano es la contaminación ambiental, fuertemente entendida a través de la contaminación atmosférica. En la ZMVM se presentan problemas de calidad del aire por ozono (O<sub>3</sub>), PM10 y PM2.5 (partículas que poseen un diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros, respectivamente), generada prioritariamente por el parque vehicular en circulación, así como por los establecimientos comerciales y de servicio.

Las características fisiográficas, en combinación con la dirección de los vientos predominantes en la cuenca de la ZMVM –NE a SO–, facilitan la acumulación de una gran cantidad de contaminantes en el aire. Además, la altitud a la que se encuentra la ZMVM contribuye continuamente a la presencia del fenómeno de “inversión térmica”, el cual ocasiona un estancamiento temporal del aire en la atmósfera. Sumado a esto, cuenta con una limitada circulación del viento al encontrarse rodeada por cadenas montañosas, además de que la formación del ozono se ve favorecida debido a la intensa radiación solar que recibe.<sup>25</sup>

22 Núñez Hernández, J. M. & Romero, M. (2016). Imperativos para una Ciudad sustentable: áreas arboladas y planeación territorial. En: *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*, Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

23 González-Martínez, T.M., I. Pisanty, L. Almeida-Leñero & M. Mazari-Hiriart. (2016). Servicios de soporte. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. III. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 28-49.

24 Baca-Servín, S. P. (2016). El desbalance hídrico en la cuenca de México y el cambio del micro-clima. En: *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*, Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

25 SEDEMA. (2007). Agenda ambiental de la Ciudad de México: Programa de Medio Ambiente, 2007-2012, México: SEDEMA.

En este contexto y también derivado de la expansión urbana, de las fuentes móviles y de las distancias recorridas, han aumentado el consumo de energía y los compuestos y gases de efecto invernadero (CyGEI). De acuerdo con el inventario de emisiones, se emiten 62 millones de toneladas de  $\text{CO}_2\text{eq}_{21}$  en toda la ZMVM. De éstas, la Ciudad de México contribuye anualmente con ~27 millones de toneladas de  $\text{CO}_2\text{eq}_{21}$  –equivalente de dióxido de carbono–, lo cual tiene un impacto directo en el cambio climático y en la presencia de islas de calor con efecto directo en el desarrollo social y la salud humana. Lo anterior se explica por la cantidad de viajes de las personas que viven o laboran en la CDMX, aunque vivan en entidades vecinas. En 2015, aproximadamente 27.3% de las personas ocupadas en la CDMX radicaba en algún municipio de otra entidad.<sup>26</sup>

La generación de residuos (sólidos o líquidos) también es una importante fuente de contaminación ambiental, cuya magnitud está asociada con el tamaño de la población, el uso de suelo, el nivel de ingreso y los patrones de consumo.

### *Manejo de residuos sólidos*

Aunado a lo anterior, se considera que el manejo inadecuado de residuos, la presencia de basureros al aire libre (rellenos sanitarios sin control) en áreas principalmente situadas al norte de la ZMVM y la mala disposición de residuos contribuyen a la contaminación ambiental.

Se estima una generación de 21 mil toneladas de residuos sólidos al día<sup>27</sup> en la ZMVM, donde el mal manejo de desperdicios sólidos genera un riesgo para el suelo, el agua, la calidad del aire, la mitigación de emisiones de CyGEI, la biodiversidad y la salud humana, como consecuencia de una separación ineficiente y un escaso cumplimiento de las normas ambientales en materia de residuos por parte de la ciudadanía.

Por su parte, relacionado con el tema de la contaminación ambiental, las fuentes predominantes se asocian con las zonas industriales y comerciales, así como con principales vías primarias de las alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Coyoacán y Azcapotzalco. Cabe destacar que los temas de residuos sólidos convergen en el ámbito urbano asociados principalmente con aquellas alcaldías que presentan una mayor generación per cápita de residuos sólidos (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza), caso contrario a las alcaldías con un mayor porcentaje de suelo de

26 Anzaldo Gómez, C. (2016). Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales. En: *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*, Ciudad de México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.

27 Comisión Ambiental Metropolitana. (2010). *Agenda de Sustentabilidad Ambiental para la Zona Metropolitana del Valle de México*. México: Comisión Ambiental Metropolitana (CAM). Primera edición.

conservación, que también tienen una menor generación de residuos per cápita (Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, Milpa Alta).

La proliferación de fauna feral (perros y gatos) y especies exóticas invasoras (ratas y ratones) asociada a los tiraderos clandestinos en áreas naturales, es otra forma de impacto sobre el medio ambiente y, particularmente, la biodiversidad nativa. La presencia de estas especies causa un incremento en la depredación de aves nativas y migratorias, que de forma oportunista aprovechan los recursos que encuentran o que derivan de los residuos.<sup>28</sup>

### *Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 desde lo local*

Para avanzar en el logro de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)<sup>29</sup> uno de los objetivos prioritarios es el número 17 que formula la necesidad de alianzas para articular esfuerzos.

A lo largo de varias décadas se han creado diferentes instrumentos de coordinación regional (*i.e.* la iniciativa de Ley de Desarrollo Metropolitano del Valle de México, Comisión Ambiental Metropolitana y Comisión Ambiental de la Megalópolis), que buscan facilitar el trabajo conjunto con los estados vecinos de la Ciudad. El tema de mejor avance en el manejo regional es el de la *Calidad del Aire* que homologa programas como la verificación vehicular y el Hoy No Circula o el sistema de incentivos o restricciones a cierto tipo de actividades en condiciones de contingencia ambiental, entre otras.

Por otro lado, reducir las presiones sobre los ecosistemas a través de la reducción de la deforestación derivada del cambio de uso de suelo y la presencia de asentamientos humanos irregulares, permite preservar los ecosistemas y, con ello, los servicios ambientales que proporcionan. Los diversos instrumentos de política de conservación, tales como las ANP, AVA, AV, entre otros, contribuyen a lograr Ciudades y Comunidades Sostenibles (ODS 11), reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y establecer medidas de adaptación como Acciones por el Clima (ODS 13), así como proteger, preservar y conservar la vida de ecosistemas terrestres y marinos (ODS 14 y 15). Sin embargo, la gestión de los servicios ambientales por sí sola no será suficiente para lograr la ambiciosa agenda de los ODS, adicional a ello se tendrán que incluir las evaluaciones de tecnologías y necesidades sociales con el fin de garantizar un enfoque mucho más sólido para alcanzar los ODS.<sup>30</sup>

Incorporar de manera adecuada la gestión del Medio Ambiente de la CDMX en su camino hacia la sustentabilidad constituye una meta acorde con los objetivos planteados en la agenda de los Derechos a la Ciudad con visión 2035 y los

28 SEDEMA. (2020). Inventario de Residuos Sólidos 2019, Ciudad de México, México. Disponible en [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/Inventario-DeResiduosSolidosDeLaCiudadDeMexico\\_2019.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/Inventario-DeResiduosSolidosDeLaCiudadDeMexico_2019.pdf)

29 OECD. (2015). OECD Territorial Reviews: Valle de México. México.

30 Wood *et al.* (2018).

ODS de la ONU. En ese sentido, incluir mecanismos de gestión que garanticen el mantenimiento, acceso justo y equitativo a los servicios ambientales para el beneficio de la ciudadanía es prioritario para la CDMX. Al cumplimiento de este objetivo se deben sumar acciones para gestionar a la CDMX buscando disminuir la huella ecológica y aumentar la eficiencia territorial, la resiliencia, la inclusión, la diversidad ecológica y la descentralización de actividades. Además, se debe facilitar el acceso equitativo a oportunidades laborales y tecnológicas que promuevan el desarrollo sustentable en el SC y en el suelo urbano.

## Temas medioambientales de relevancia estratégica

### *Metas en Medio Ambiente*

Mejorar las condiciones ambientales de la Ciudad de México representa no sólo contribuir al cumplimiento de la agenda de los Derechos a la Ciudad con visión 2040<sup>31</sup> y los ODS de la ONU, sino a la construcción de condiciones de bienestar y sustentabilidad para quienes allí habitan. Esto implica garantizar el mantenimiento, acceso justo y equitativo a los servicios ambientales, así como aumentar la resiliencia, la inclusión, la compactación urbana y transitar hacia una economía baja en carbono que asegure la disminución de la huella ecológica de la Ciudad en todos sus aspectos.

Las metas de la Ciudad de México se dividen en: *biodiversidad* (producción y conservación), *gestión sustentable del agua*, *economía circular*, *calidad de aire* y *cambio climático*.

#### **Biodiversidad (producción y conservación):**

- Reactivación productiva y restauración ecológica de zona chinampera, ciénegas y humedales
- Restauración de canales y apantles de Tláhuac y Xochimilco
- Reconversión productiva a manejo sustentable
- Reciclamiento y manejo del agua en humedales artificiales y naturales
- Restauración de tierras ociosas y deterioradas
- Recuperación del sistema de terrazas de Milpa Alta
- Producción y revegetación con planta nativa
- Cadenas cortas de valor para la economía de Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco
- Espacios ecoturísticos para las zonas suroriente
- Contención del ritmo de extinción de especies en peligro identificadas

31 Gobierno de la Ciudad de México. (2020). Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México (PGDCDMX). Ciudad de derechos y derecho a la Ciudad. Disponible en: [https://plaza-publica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/288/PGDCDMX\\_completo.pdf](https://plaza-publica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/288/PGDCDMX_completo.pdf)

- Restauración y conservación de los ecosistemas que proporcionan servicios ambientales esenciales
- Equilibrio en el acceso y calidad de las áreas verdes por habitante en zonas urbanas de la Ciudad
- Los huertos urbanos como parte esencial de los espacios verdes a nivel de barrio
- Aumento del número de viviendas con huertos domésticos que apoyen el autoconsumo
- Existencia de al menos un parque de bolsillo en cada colonia (1,813) de la Ciudad con especies nativas y para polinizadores o de productividad (huertos) y que esté a cargo de grupos organizados de vecinas y vecinos que los mantienen y promueven
- El 100% de los jardineros de la Ciudad realizan su labor bajo los principios de la jardinería ambiental (cuidado y protección del suelo, manejo de hierbas, etc)
- El total de los habitantes de la Ciudad comprende la importancia de los polinizadores, respeta la flora y fauna que participa en la polinización y se involucra en su promoción y cuidado
- El 100% de las áreas naturales protegidas de la Ciudad se viven y se disfrutan cotidianamente sin deteriorarlas
- Las plagas de árboles en la Ciudad se encuentran bajo control gracias a la participación ciudadana en el cuidado de los árboles, del suelo y en el control
- Al menos 50% de los ríos y cuerpos de agua de la Ciudad llevan agua limpia y contribuyen al disfrute y esparcimiento
- Tasa cero en la deforestación neta de ecosistemas naturales y eliminación de la degradación y fragmentación de los ecosistemas
- Se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la biodiversidad a las reservas de carbono, mediante la conservación y restauración, incluida la restauración de por lo menos el 50% de las tierras degradadas y ociosas
- En el suroriente se han creado espacios consolidados como referente y ejemplo para el ecoturismo en los ecosistemas de humedal y tierras agrícolas
- Los asentamientos irregulares se han reconvertido a parajes sustentables y han dejado de crecer y reproducirse en el suelo de conservación
- Se ha erradicado la tala ilegal
- Se ha fortalecido el marco legal y regulatorio de los territorios forestales y rurales
- Se han erradicado las especies exóticas invasoras en suelo de conservación.

### **Gestión sustentable del agua**

- Todas las escuelas y edificios públicos cuentan con sistemas de cosecha de lluvia
- Todas las viviendas unifamiliares cuentan con sistemas de cosecha de lluvia
- Todos los habitantes de la Ciudad utilizan de manera responsable las diversas fuentes de agua (combate al desperdicio)
- La población de la CDMX cuenta con una cultura del agua donde promueve su cuidado y el uso de fuentes alternativas
- Distribución equitativa del agua (100% de viviendas con suministro diario de agua potable)
- Las fugas representan máximo el 25% de pérdida de agua
- Utilización de agua tratada en todos los sistemas de riego de la CDMX
- Instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en todas las construcciones nuevas de edificios y fraccionamientos
- Se ha disminuido el 50% de los pozos de los que se extrae agua del Valle de México.

### **Economía circular**

- Todos los habitantes de la Ciudad participan en al menos un esquema de economía de colaboración
- El 50% de los materiales con potencial de reciclaje se reciclan.
- El desperdicio de alimentos en la Ciudad se redujo en un 40%.
- El 50% de los productos de un solo uso con posibilidad de sustitución se ha dejado de usar
- Existe una cadena consolidada para el manejo adecuado de los residuos electrónicos.

### **Calidad del aire**

- Disminución en un 45% de las emisiones de efecto invernadero generadas en la Ciudad de México
- Reducción del impacto de la calidad del aire en la mortalidad y morbilidad.

### **Cambio climático**

- Conversión a fuentes renovables de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Eficiencia energética de edificios públicos
- Edificaciones privadas sustentables
- Reciclamiento de edificios en zonas centrales
- Granjas solares privado-sociales
- Cero residuos
- Cero desperdicios de alimentos

- Sistema producto servicio
- Aprovechamiento de residuos urbanos y de la construcción

## Materia de relevancia estratégica Medio Ambiente

### *Áreas verdes urbanas y del suelo de conservación*

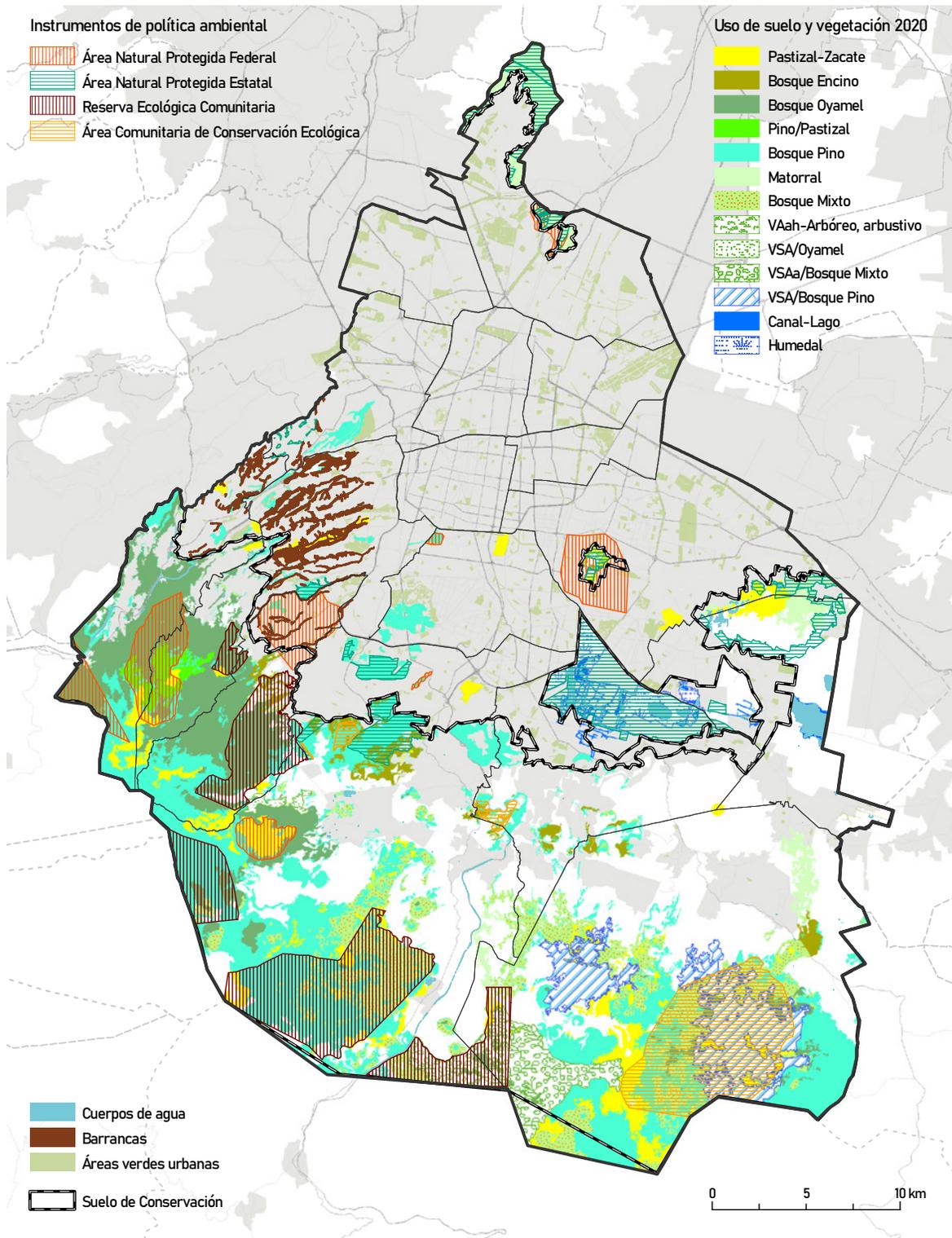
#### *Áreas verdes*

Uno de los principales atributos territoriales de esta materia son las áreas verdes urbanas, las áreas naturales protegidas, las áreas de valor ambiental y el espacio de la Ciudad reconocido como Suelo de Conservación (SC) (Mapa 1). Su importancia radica en la estrecha relación con la provisión de servicios ambientales y biodiversidad que éstos albergan.

En la Ciudad de México existe un conjunto amplio de espacios verdes que contribuyen con una diversa gama de servicios ambientales. Se identifican bosques densos y continuos, humedales, barrancas con relictos de vegetación nativa, agricultura, pastizales, matorrales, pedregales. Además, es posible encontrar áreas urbanas cubiertas por pastos, arbustos y arboledas que constituyen importantes parques y jardines, así como arbolado urbano en camellones, avenidas y jardineras, panteones, predios baldíos y jardines privados. Éstos se clasifican en: áreas de valor ambiental (AVA), áreas naturales protegidas (ANP), áreas comunitarias de conservación ecológica (ACCE), reservas ecológicas comunitarias (REC), áreas verdes urbanas (AVU) y áreas verdes en Suelo de Conservación. Estos espacios conforman un entramado de servicios en buena medida responsables del bienestar y salud de la Ciudad y de sus habitantes.

Los diversos tipos de áreas verdes de la Ciudad se clasifican en distintas categorías de manejo de acuerdo con la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, y son administradas por las alcaldías, la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE). Las AVA son áreas en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas que les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad.

**Mapa 1.** Principales atributos territoriales de la MRE Medio Ambiente 2020



**Fuente:** CentroGEO. (2020). Uso de Suelo y Vegetación del Suelo de Conservación. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020. SEDEMA (2020). Plan Maestro de Infraestructura Verde de la CDMX. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México. SEDEMA. 2017. México. SEDEMA. 2020.

Las categorías en las que se clasifican las AVA de la CDMX son bosques urbanos y barrancas. Generalmente se trata de espacios verdes con dimensiones mayores a las de los parques o áreas verdes comunes; presentan vegetación nativa y están sujetas a presiones que requieren de una categoría de manejo establecida mediante decreto para especificar lineamientos de manejo de los recursos naturales del área establecidos en su programa de manejo.

Las ANP son espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por actividades antropogénicas o que requieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función, para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que por los servicios ambientales que proporcionan a la población hacen imprescindible su preservación. En este contexto, la Ciudad de México está conformada por una estructura de espacios verdes agrupados en categorías distintas de áreas verdes, descritas a continuación (Tabla 1):

**Tabla 1.** Áreas verdes urbanas, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, ACCE, REC y Suelo de Conservación de la Ciudad de México

Categoría	Subcategoría	Número de áreas con protección	Superficie (ha)
Áreas verdes (AV)	Áreas con características de protección	1	0.97
	Áreas con categoría de protección	31	717.83
	Áreas con vegetación reminiscente	68	196.46
	Áreas verdes complementarias o ligadas a la red vial	5,776	953.01
	Áreas verdes con estructura urbana	36	2.35
	Áreas verdes urbanas fragmentadas	312	335.42
	Equipamientos urbanos con vegetación	3,653	2,847.91
	Forestación urbana	4	2.53
	Parques, arboledas y alamedas	1,538	1,266.99
	Plazas y jardines	315	364.96
	Viveros	5	42.76
	Áreas verdes sin categoría	NA	5,054.17 *
	Áreas de valor ambiental (AVA)	Bosques urbanos	5
Barrancas		29	1,126.10

Continuación Tabla 1.

Categoría	Subcategoría	Número de áreas con protección	Superficie (ha)
Áreas naturales protegidas (ANP)	ANP Federales: Parques nacionales	8	5,269.30 ***
	ANP CDMX: Zonas de conservación ecológica	4	623.89 ****
	ANP CDMX: Zonas de protección hidrológica y ecológica	1	25.01
	ANP CDMX: Zona ecológica y cultural	2	374.63
	ANP CDMX: Zona sujeta a conservación ecológica	5	4,438.12
	ANP CDMX: Zona de protección especial	1	47.76
Reserva Ecológica Comunitaria		4	9,401.36
Área Comunitaria de Conservación Ecológica		5	5,278.4

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México<sup>32</sup> e Inventario de áreas verdes.<sup>33</sup>

A lo largo de muchas décadas los espacios naturales de la Ciudad han vivido un proceso de deterioro derivado de la invasión por asentamientos irregulares, la tala clandestina, la extracción ilegal de especies silvestres, el depósito clandestino de residuos de la construcción y el cambio de uso de suelo.<sup>34</sup>

### *Servicios ambientales en el suelo de conservación*

Una parte importante del sur de la Ciudad y una pequeña porción del extremo norte mantienen un conjunto de ecosistemas naturales de propiedad social entre los que se encuentran los matorrales, los pastizales de alta montaña y los bosques de encino, oyamel y pino. De acuerdo con la cobertura de suelo 2018 del sistema MAD-Mex29 (Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, el bosque de pino es el de mayor extensión abarcando 73.4% del total, seguido por los bosques de oyamel (20.9%), los pastizales de alta montaña (3.2%), bosques de encino (2.4%) y matorrales (0.2%). En conjunto, las coberturas natura-

32 Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial. (PAOT). (2010). Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México. Primera edición, Distrito Federal, México.

33 Secretaría del Medio Ambiente. (2021). Inventarios de Áreas Verdes. Disponible en: <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/inventario-de-areas-verdes>

34 Méndez-Cárdenas, M. G., A. Verde-Medina & S. A. Méndez C. (2016<sup>a</sup>). Áreas naturales protegidas. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*, vol III. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 285-294.

les ocupan 64% del SC. A continuación, se desglosan las estimaciones promedio de servicios ambientales y de biodiversidad por tipo de ecosistema (Tabla 2).

**Tabla 2.** Servicios ambientales por tipo de vegetación de la Ciudad de México

Tipos de vegetación	Aptitud de infiltración (mm/día)	Carbono almacenado en biomasa aérea (t/ha)	Riqueza de mamíferos (No. de especies)	Riqueza de aves (No. de especies)	Riqueza de anfibios (No. de especies)	Riqueza de reptiles (No. de especies)
Bosque de oyamel	2.28	85.38	29.56	102.21	10.05	11.92
Bosque de pino	2.44	59.13	41.14	107.37	11.38	17.57
Bosque de encino	2.48	39.25	32.24	72.85	5.19	10.66
Matorrales	2.66	18.07	30.21	55.03	1.61	9.01
Pastizales	2.71	39.46	37.64	68.45	7.61	13.82
Humedales	0.6	32.5	23	79	6	10

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de GDF (2012).

Entre los ecosistemas del SC resaltan los humedales, que son áreas prioritarias para la conservación y son los remanentes del ecosistema original lacustre de la Ciudad.<sup>35</sup> En la CDMX hay nueve zonas reconocidas como humedales: el sistema lacustre ejidos de Xochimilco y de San Gregorio Atlapulco –que son áreas naturales protegidas y se encuentran en la lista de humedales de importancia internacional de la Convención de Ramsar–, el lago de Tláhuac, el río Magdalena, el río de Los Remedios, el río Buenaventura, los lagos de Chapultepec, de San Juan de Aragón y el Canal Nacional. Se ha reportado que éstos captan 70% del agua utilizada para diversas actividades en la cuenca del Valle de México.<sup>36</sup> Además, los servicios ambientales que prestan contribuyen a la contención de factores de riesgo y vulnerabilidad, incluidos los causados por el cambio climático.

### *Biodiversidad*

Los ecosistemas de la CDMX albergan alrededor de 3,851 especies y subespecies de invertebrados y 1,600 especies de plantas nativas y naturalizadas pertenecientes a 145 familias y 630 géneros, mismas que representan el 70% de las especies de la Cuenca de México.<sup>37</sup> De acuerdo con la revisión del herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, las especies de hongos descritas para

<sup>35</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2017). La importancia y beneficios de los humedales: ciclo de videoconferencias. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/la-importancia-y-beneficios-de-los-humedales-ciclo-de-videoconferencias>

<sup>36</sup> ALDF (2015).

<sup>37</sup> CONABIO (2016).

CDMX y Estado de México –hasta 1981– eran 564, contenidas en 176 géneros dentro de 46 familias. Por su parte, Ramírez-Bautista y colaboradores<sup>38</sup> reportaron que la herpetofauna del Valle de México se encontraba constituida por 69 especies, pertenecientes a 28 géneros y 17 familias. Respecto a los peces, de acuerdo con datos abiertos de la UNAM en el CCUD (2020), para la CDMX hay registradas 8 especies de peces; mientras que para el Valle de México se encuentran registros de 99 especies.

La avifauna de la CDMX y municipios conurbados supera las 300 especies.<sup>39</sup> Finalmente, en la Cuenca de México se han registrado 87 especies de mamíferos,<sup>40</sup> de las cuales 76 están presentes en la CDMX.<sup>41</sup> La biodiversidad en la CDMX es presionada por la creciente urbanización y asentamientos irregulares, la expansión de tierras de uso agropecuario, la contaminación del aire, agua y suelo, así como la presencia de incendios forestales.<sup>42</sup>

## Problemáticas ambientales en la Ciudad de México con visión de derechos

### Presiones sobre los servicios ambientales

En la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente, todos los temas están relacionados. Sin embargo, los referentes a biodiversidad, servicios ambientales y áreas verdes están estrechamente vinculados con la provisión de beneficios para la población de la CDMX. La biodiversidad –entendida como la variedad de ecosistemas, especies de organismos vivos y la variabilidad genética que éstas poseen– son la base que sostiene a la vida humana. La biodiversidad brinda múltiples beneficios o servicios ambientales a las personas a través de los procesos y funciones que se sostienen con la presencia e interacción de la biodiversidad presente en los ecosistemas con su entorno abiótico.

Los servicios ambientales están provistos principalmente por el SC que abarca 59% del territorio de la Ciudad, y por las áreas verdes y cuerpos de agua insertos en la parte urbana. Las distintas formas de contaminación, degradación y deterioro acumulado a lo largo de la historia de la Ciudad ponen en riesgo la integridad de esos espacio y, con ello, la prevalencia de las especies, la continuidad en la provisión de servicios ambientales y la funcionalidad de los ecosistemas.

38 Ramírez-Bautista y colaboradores (2009).

39 Wilson y Ceballos-Lascuráin (1993).

40 Ceballos y Galindo (1984).

41 Ramírez-Pulido *et al.* (1986; 2000).

42 CONABIO (2016).

## Principales presiones sobre el Medio Ambiente de la Ciudad

Entre las principales amenazas a los que se enfrentan los ecosistemas y recursos naturales de la Ciudad destaca el cambio de uso de suelo por la creciente urbanización, con una consecuente presencia de asentamientos irregulares, la contaminación del aire, agua y suelo, la sobreexplotación de recursos naturales, particularmente hídricos, la presencia de especies exóticas invasoras y el cambio climático.<sup>43</sup>

## Deforestación y fragmentación

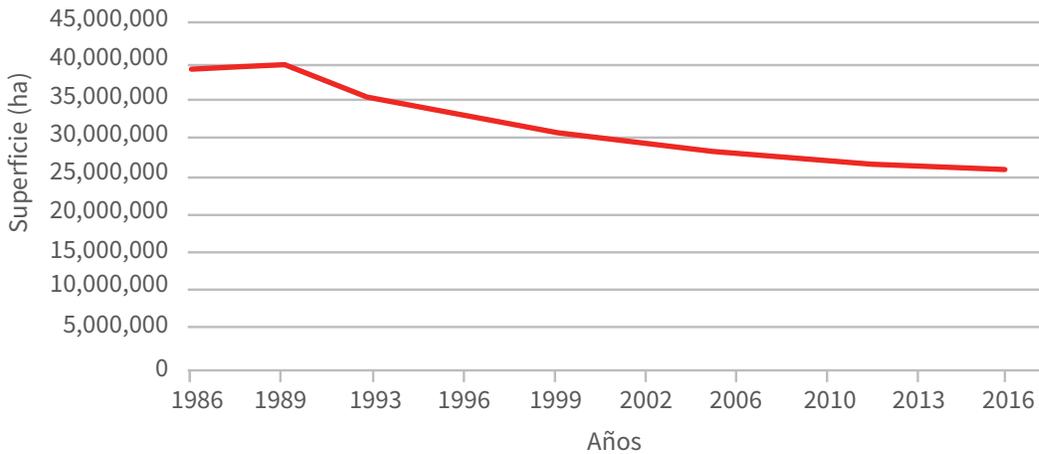
Los bosques del SC se enfrentan a presiones que ponen en riesgo su mantenimiento y, como consecuencia, a los bienes y servicios ambientales. Una de ellas es la deforestación y fragmentación. La deforestación se entiende como el cambio de ecosistemas forestales a otros usos de la tierra por factores humanos o naturales.<sup>44</sup> La deforestación se ha convertido en un tema recurrente y de enorme preocupación para comunidades y organizaciones de la sociedad civil junto con instituciones gubernamentales del sector ambiental, debido a que implica la pérdida de hábitat que permite la reproducción del material genético de cientos de especies de flora y fauna silvestres y que, de igual modo, afecta las condiciones fisicoquímicas de los suelos y la capacidad de capturar carbono y adaptarnos a los efectos del cambio climático. De esta manera, una región deforestada habrá perdido un conjunto amplio de valores que no podrán recuperarse durante décadas o cientos de años. Además, la deforestación trae consigo otros impactos severos como son la expansión de especies invasoras, la contaminación de los acuíferos y cuerpos de agua, así como el aumento de la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, entre otros.<sup>45</sup>

La cobertura forestal del SC en 30 años pasó de 38,833 ha a 27,305 ha, con tasas anuales de pérdida variadas. Para el intervalo 1986-1993 se perdieron en promedio 540 ha/año; entre 1993-1999 aumentó la tasa anual perdida a 617 ha. Posteriormente, entre 1999-2010 hubo un descenso a 300 ha/año y, finalmente, entre 2010-2016 la tasa fue de 155 ha/año (Gráfico 1). Sin embargo, con base en un escenario tendencial al año 2030 (Modelo de Agotamiento Exponencial, resultado de la calibración de un modelo prospectivo con el periodo 1986-2010), se estima una pérdida en promedio de 219 ha/año entre 2010-2030.

43 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) & Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). (2016). La biodiversidad en la Ciudad de México. México: CONABIO/SEDEMA

44 FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i5588s/i5588s.pdf>

45 Lambin, E. et al. The Causes of Land-Use and Land-Cover Change: Moving Beyond the Myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269.

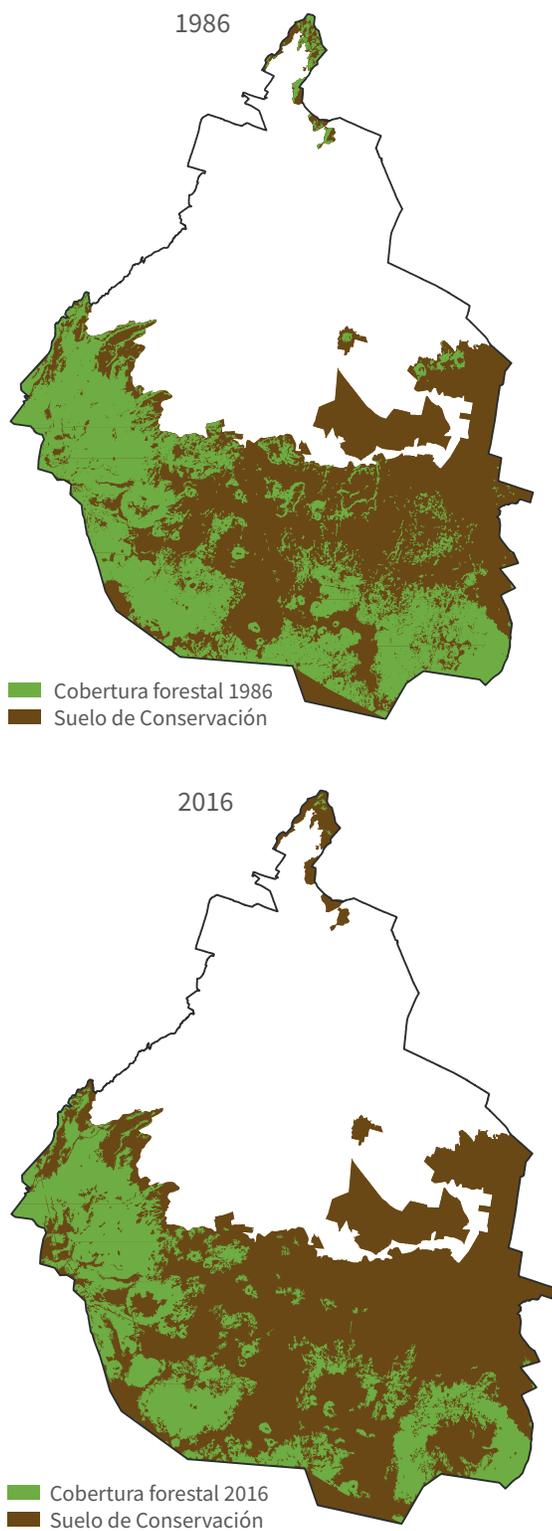
**Gráfica 1.** Dinámica temporal de cobertura forestal del suelo de conservación

**Fuente:** Elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes de satélite SPOT (CentroGeo, 2020).

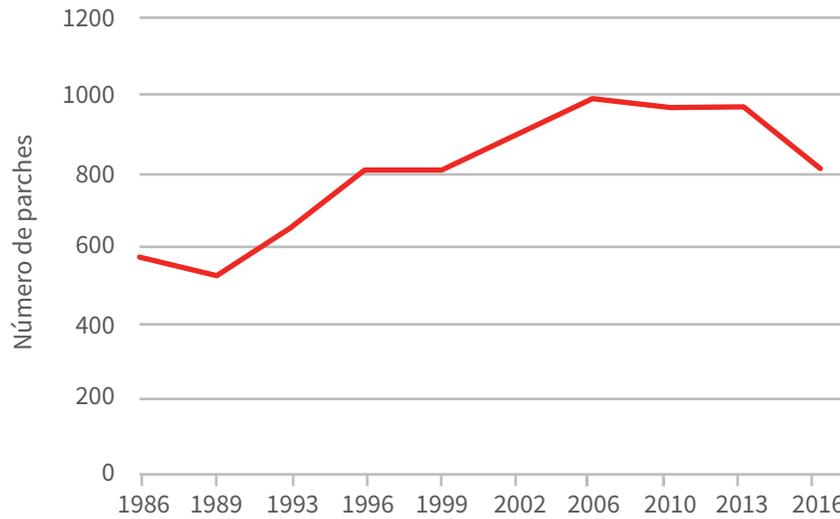
Las zonas con mayor grado de vulnerabilidad a la deforestación se localizan al poniente de la CDMX, en las áreas naturales protegidas del Parque Nacional Desierto de los Leones y las reservas ecológicas comunitarias (REC) de San Bernabé Ocoatepec y San Nicolás Totolapan, así como en el REC de Milpa Alta, al sur de esta alcaldía. En términos de la pérdida de cubierta forestal, la mayoría ocurre en las alcaldías de Cuajimalpa, Tlalpan y la Magdalena Contreras (Mapa 2).

La fragmentación se caracteriza por el número de parches (de vegetación remanente). Este proceso de deterioro del bosque contribuye significativamente a la pérdida de servicios ambientales, especialmente los relacionados con disponibilidad de hábitat y conectividad. A mayor número de parches pequeños, mayor pérdida de servicios ambientales y menor biodiversidad.

Entre 1986 y 1993 el número de parches fue de 570 con un área promedio de 67 ha; entre 1993 y 1999 el número de parches aumentó a 790; entre 1999 y 2010 se incrementó hasta 939 parches y, finalmente, entre 2010 y 2016 disminuyó a 817 el número de parches con un área promedio de 35 ha (Gráfico 2). Estas pérdidas implican una fragmentación significativa caracterizada por un aumento al doble de parches y su consecuente disminución a la mitad del área promedio en un lapso de 30 años. La fragmentación de los bosques en la CDMX ocurre principalmente en las alcaldías de Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Tlalpan.

**Mapa 2.** Deforestación y fragmentación de 1986 a 2016

**Fuente:** CentroGEO. (2020). Cambio de la cobertura forestal 1986-2016. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020.

**Gráfica 2.** Número de parches de cobertura forestal en el SC

**Fuente:** Elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes de satélite SPOT (CentroGeo, 2020).

## Veda forestal

La veda forestal establecida en la CDMX en los años 1947 fue decretada, como en el resto del país, esperando que contribuyera a la conservación de los recursos naturales. Este esquema prohíbe el aprovechamiento comercial de madera y el manejo selectivo de los mejores individuos del bosque.<sup>46</sup> Lo anterior ha generado una serie de dinámicas complejas e incluso de ilícitos que han sumado al proceso de deterioro del bosque: tala ilegal; transporte de madera en rollo; transporte y venta de carbón vegetal; transporte y venta de leña combustible; transporte de leña en raja para celulósicos; transporte y venta de morillos para celulosa o aserrín; bancos clandestinos de tierra de monte e incendios forestales, entre otros.

Además de los ilícitos forestales existen otros factores de estrés para el arbolado, tales como las plagas, los incendios, las sequías, la lluvia ácida y la compactación de suelo. Estos estresores son exacerbados, en diferentes magnitudes por el cambio climático y sus efectos.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2020). Análisis de los recursos naturales del Distrito Federal en el contexto de la veda forestal (bosques, ecosistemas forestales y arbolado). Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126299/Estudio\\_de\\_factibilidad\\_extraccion\\_de\\_cera-\\_Analisis\\_de\\_Recursos\\_Naturales\\_del\\_DF\\_VEDA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126299/Estudio_de_factibilidad_extraccion_de_cera-_Analisis_de_Recursos_Naturales_del_DF_VEDA.pdf)

<sup>47</sup> Gobierno del Distrito Federal (GDF), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) & Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (DGCORENA). (2006). Programa estratégico forestal del Distrito Federal (PEF-DF) 2006 - 2025. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/858Programa%20Estrat%C3%A9gico%20Forestal%20del%20Distrito%20Federal.pdf>

La biomasa forestal (su mantenimiento e incremento), propicia la captura de carbono atmosférico, lo que permite mitigar el cambio climático. En otras palabras, las causas y las consecuencias se retroalimentan y potencialmente aumentan o disminuyen los efectos negativos sobre los socioecosistemas forestales.

Según varios estudiosos de los bosques,<sup>48</sup> el decreto de veda pone en riesgo la permanencia del bosque. Algunos autores como Sheinbaum<sup>49</sup> señalan que el manejo de los bosques del SC de la CDMX es deficiente, lo cual está asociado a la política de veda que limita el manejo y aprovechamiento forestal para la renovación del recurso maderable. Este manejo limitante se evidencia en el estado fitosanitario del bosque con la propagación de plagas y enfermedades en los rodales y árboles, además de la propagación acelerada de incendios, según el Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal (2006-2025).

## Urbanización y asentamientos irregulares

Entre los principales factores que impulsan la deforestación destacan la creciente urbanización formal e informal, la expansión de tierras de uso agropecuario<sup>50</sup> e incluso los incendios forestales. Específicamente, en el límite norte de la Ciudad se encuentran tasas de urbanización anual de entre 2.89 y 4.14%.<sup>51</sup> Las alcaldías Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta son las que presentan mayor crecimiento urbano dentro del SC. Los asentamientos humanos irregulares (AHI)<sup>52</sup> contribuyen a la expansión urbana en el SC aumentando la presión sobre los servicios ambientales. El establecimiento de asentamientos irregulares y su consecuente urbanización con caminos y redes de luz y agua, presiona y modifica los ecosistemas. De acuerdo con cartografía generada por la CORENA, en el año 2010 existían 786 asentamientos humanos irregulares en el SC de la CDMX que ocupan 2,068 ha, en el 2015 se detectan 871 AHI con una superficie de 2,397 ha, mientras que al 2020, la estimación es de 878 ahí con una superficie de 2,553

48 Perevochtchikova, M., & Colorado, V. M. T. (2014). Análisis comparativo de dos instrumentos de conservación ambiental aplicados en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. *Sociedad y Ambiente*, 1(3), 3-25. Ávila-Foucat, V. S. (2012). Diversificación productiva en el suelo de conservación de la Ciudad de México: Caso San Nicolás Totolapan. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 20(40), 355-375. Calderón, J. A. E. (2020). Visiones desiguales sobre la conservación en la periferia urbana: ganadores y perdedores del suelo de conservación en la Ciudad de México. *Sociedad y Ambiente*, (23), 1-29.

49 Sheinbaum, C. (2011). La compleja problemática del suelo de conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En: *Suelo de Conservación del Distrito Federal, ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* (Campuzano, Perevochtchikova y Ávila, Eds.), Serie Estudios Urbanos. México: Edit. Porrúa. pp. 13-38.

50 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) & Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SEDEMA). (2016). La biodiversidad en la Ciudad de México. México: CONABIO/SEDEMA.

51 Hernández-Flores, M. L. et al. (2017). Urban Driving Forces and Megacity Expansion Threats. Study Case in the Mexico City Periphery. *Habitat International*, 64, 109-122.

52 Lugares donde se establece una persona o una comunidad que está fuera de las normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento urbano.

ha. De la superficie total de AHI para el 2020 en el SC, 30.3% se encuentra en la alcaldía Xochimilco; 26.6% en Tlalpan; 13.8% en Tláhuac; 11.3% en Milpa Alta; 8.8% en Cuajimalpa de Morelos y el 9.2% restante en las alcaldías Gustavo A. Madero, Iztapalapa, La Magdalena Contreras y Álvaro Obregón.

## Incendios forestales

Los incendios forestales son una de las principales amenazas ambientales que enfrenta la Ciudad de México. Los incendios forestales no sólo atentan contra la diversidad biológica, también afectan la calidad del aire al ser fuente potencial de contaminantes hacia la atmósfera, además de que implican la pérdida de diversos servicios ambientales para las zonas urbanas y rurales de la Ciudad.<sup>53</sup> En la Ciudad de México, los incendios forestales son directa o indirectamente provocados por el ser humano, los cuales tienen mayor ocurrencia en pastizales y bosques de coníferas.<sup>54</sup> La presencia de este fenómeno puede acentuarse por factores como la variabilidad climática, así como por efectos de la veda forestal, lo que ha propiciado un envejecimiento del bosque y acumulación del aumento de combustible.

Aunque comúnmente se asocia al fuego con destrucción y daño, lo cierto es que el fuego y los ecosistemas han establecido relaciones, donde incluso, algunos ecosistemas han desarrollado adaptaciones para depender de sus efectos, tales como la reducción de maleza con la que compiten por los nutrientes, el control de plagas, el aumento de ciertos nutrientes en el suelo que ocurre cuando se liberan las cenizas y, en algunos casos, la germinación de semillas.<sup>55</sup>

Una de las principales acciones para la conservación y preservación de la biodiversidad debe ser la atención y prevención de incendios forestales. De acuerdo con la SEDEMA, entre 2016 y 2019 se reportaron un promedio de 1,098 incendios atendidos anualmente en Suelo de Conservación, siendo 2018 el año que más eventos registró, con 1,604. Pese a esto, la superficie afectada por este fenómeno se ha incrementado considerablemente al pasar de 1,526 hectáreas a 4,334 en 2019.<sup>56</sup> Las acciones de prevención de incendios forestales por parte de la SEDEMA se han orientado a mejorar la cultura de la sensibilización mediante pláticas, talleres y la divulgación de material informativo, mientras que en cuanto a detección oportuna destaca la generación de infraestructura, tales como la instalación y rehabilitación de torres de vigilancia, o equipamiento (equipos de

53 Álvarez *et al.* (2004).

54 CONABIO (2016).

55 Disponible en: <https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/dime-que-ecosistema-eres-y-te-dire-cuanto-fuego-soportas?idiom=es>

56 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2020). Incendios forestales. Serie histórica anual de incendios del periodo 2010 al 2017, CONAFOR. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incendios-forestales>

radiocomunicación). No obstante, ante el crecimiento en las afectaciones por incendios forestales, el fortalecimiento en las estrategias de prevención y detección se considera necesario para la conservación de la biodiversidad.

## Superficies ocupadas

Las áreas verdes urbanas (AVU) de la CDMX tienen una superficie total de 6,731 ha<sup>57</sup>; 62% está cubierta con árboles, arbustos, pastos o cubresuelos. Existen además 5,054.17 ha de áreas verdes que no tienen categoría particular y corresponden con áreas verdes privadas e informales. Se estima una superficie promedio de 5.3 m<sup>2</sup> por habitante, es decir, en la CDMX cada habitante tiene sólo la mitad de la cifra recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que establece un estándar mínimo de 9 m<sup>2</sup> por habitante de AV en el espacio público.<sup>58</sup> Hay que resaltar la inequidad en las áreas verdes: la alcaldía Miguel Hidalgo tiene 21 m<sup>2</sup>/hab mientras Iztacalco menos de 2 m<sup>2</sup>/hab.

La superficie de AVU para el año 2000 fue de 117.97 km<sup>2</sup> y para el año 2008 fue de 99.22 km<sup>2</sup>. La cuantificación general de cambio mostró una pérdida neta de 18.75 km<sup>2</sup> de AVU en ocho años; 82.2% (alrededor de 15.41 km<sup>2</sup>) ocurrió en espacios verdes privados e informales, es decir, en AV carentes de manejo por parte de las autoridades de la Ciudad. Las alcaldías con mayor porcentaje de cambio neto negativo en la AV son Cuajimalpa de Morelos, Coyoacán y Álvaro Obregón. Por su parte, las únicas con cambio neto positivo (en las que hubo una ganancia de AV) son las alcaldías centrales de Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztacalco y Magdalena Contreras. 26% de las pérdidas de AVU está asociado principalmente con el derribo de árboles en frentes de manzana y vía pública, una práctica ampliamente documentada en la Ciudad.<sup>59</sup> El resto de las AV perdidas se asocian con la disminución casi por igual de árboles, pastos y arbustos dentro de predios con alguna categoría de uso de suelo habitacional (63.1%), equipamiento (17.2%), espacios abiertos (11.5%), planes parciales de desarrollo urbano (4.6%), y usos industriales, así como centros comerciales y estacionamientos, principalmente (3.6%).<sup>60</sup>

Por otro lado, al analizar la dinámica de las AV de 2000 a 2008 en las categorías de manejo reportadas en el inventario de 2017, se observa un incremento en la cantidad de AV resultado de una pérdida de 10.9 km<sup>2</sup> y una ganancia de

57 SEDEMA (2017).

58 Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Habitat III Issue Papers: 11-Public Space. Disponible en: Conference on Housing and Sustainable Urban Development at Quito, Ecuador

59 Rodríguez Licea, M. & Figueroa Viruega, A. (2018). El impacto ambiental producido por la pérdida de áreas verdes en la Ciudad de México, una problemática creciente del siglo XXI. *HistoriAgenda*, 3(36), 98-106.

60 Artas, M. (2016). Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana. *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.

13.7 km<sup>2</sup>, para una diferencia neta positiva de 2.9 km<sup>2</sup>. Este resultado positivo en el incremento de AV con gestión formal de las autoridades, de alguna manera es esperado con relación a que la apuesta por las AV en la CDMX se ha centrado en mejorar la calidad de las AV ya existentes, realizando para ellas proyectos de remodelación o recuperación.<sup>61</sup>

Durante la Actualización del Inventario de Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de México<sup>62</sup> se creó una herramienta para la proyección y ejecución de acciones que permitan visualizar el manejo, distribución y creación de áreas verdes por categorías y subcategorías de gestión.<sup>63</sup> La integración de las categorías de Áreas de Valor Ambiental y Áreas Verdes Urbanas presentes en este inventario, significan una superficie de 84.90 km<sup>2</sup>, lo que representa un promedio por habitante de 9.2 m<sup>2</sup> para el año 2020. En este contexto, los espacios verdes referidos incluyen áreas verdes de libre acceso como centros deportivos, parques, jardines, vías peatonales verdes, áreas recreativas infantiles, canchas deportivas, campos escolares deportivos, entre otros.

Aunado a lo anterior, desde 2019 a través del programa Reto Verde, coordinado por la SEDEMA, se ha trabajado en 919 polígonos para la redensificación de la vegetación con árboles o especies arbustivas, de ellos 519 polígonos en Suelo Urbano (Mapa 3).

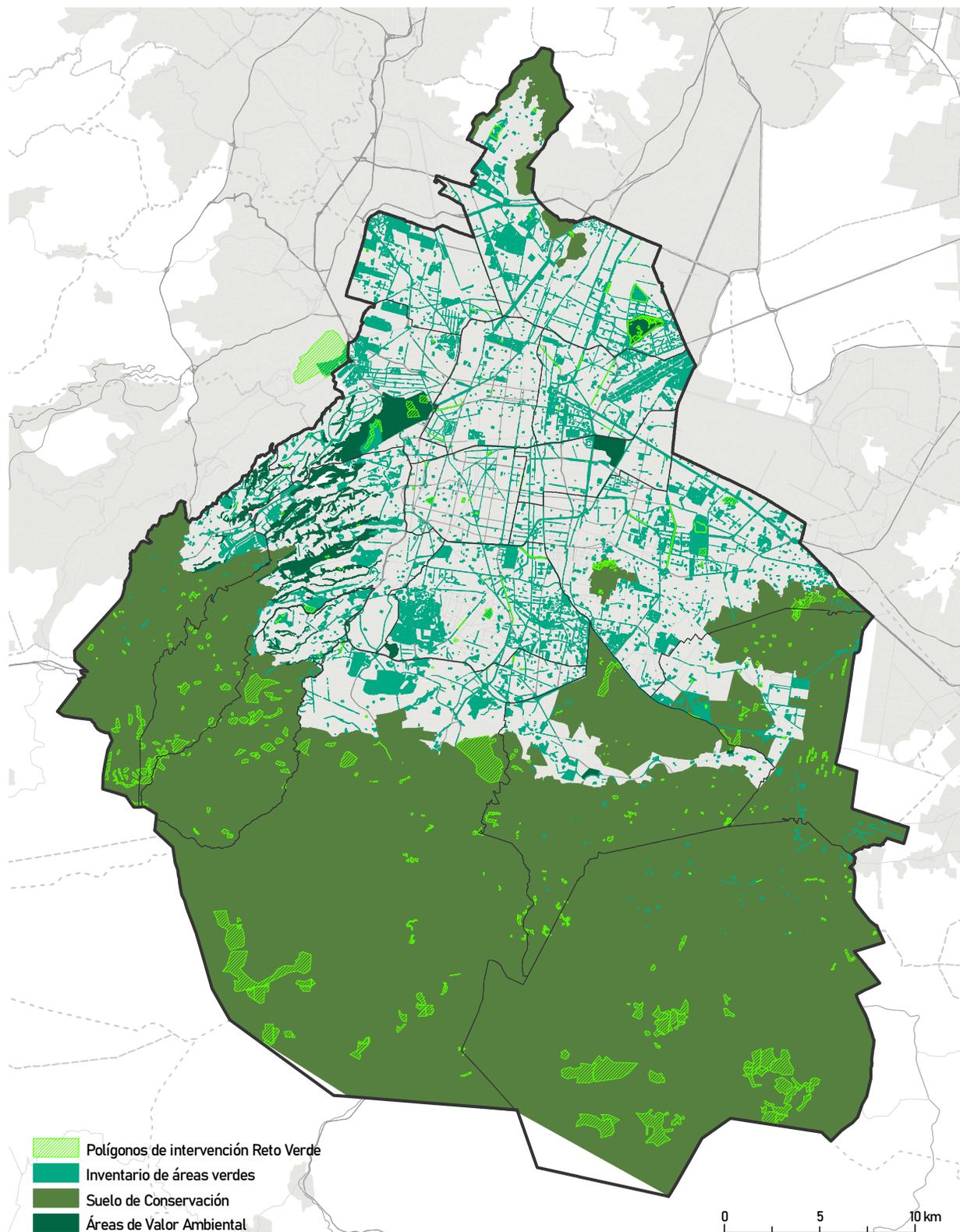
---

61 PAOT (Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial). (2018). Las áreas verdes de la Ciudad de México, una visión integral, Ciudad de México, Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT).

62 En el año 2010, la SEDEMA y el Instituto de Geografía de la UNAM realizaron un tercer inventario de áreas verdes para la Ciudad, en el que se incluyó la información de Alamedas, Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Valor Ambiental, barrancas, bosques, escuelas/dependencias, panteones, parques, vialidades, huertos urbanos y viveros. PAOT (2018).

63 SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México). (2020). Inventario de Áreas Verdes. Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario>

**Mapa 3.** Distribución del inventario de áreas verdes urbanas, áreas de valor ambiental y del programa reto verde 2020



**Fuente:** SEDEMA (2020). Plan Maestro de Infraestructura Verde de la CDMX. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México. SEDEMA. 2017. México. SEDEMA. 2020.

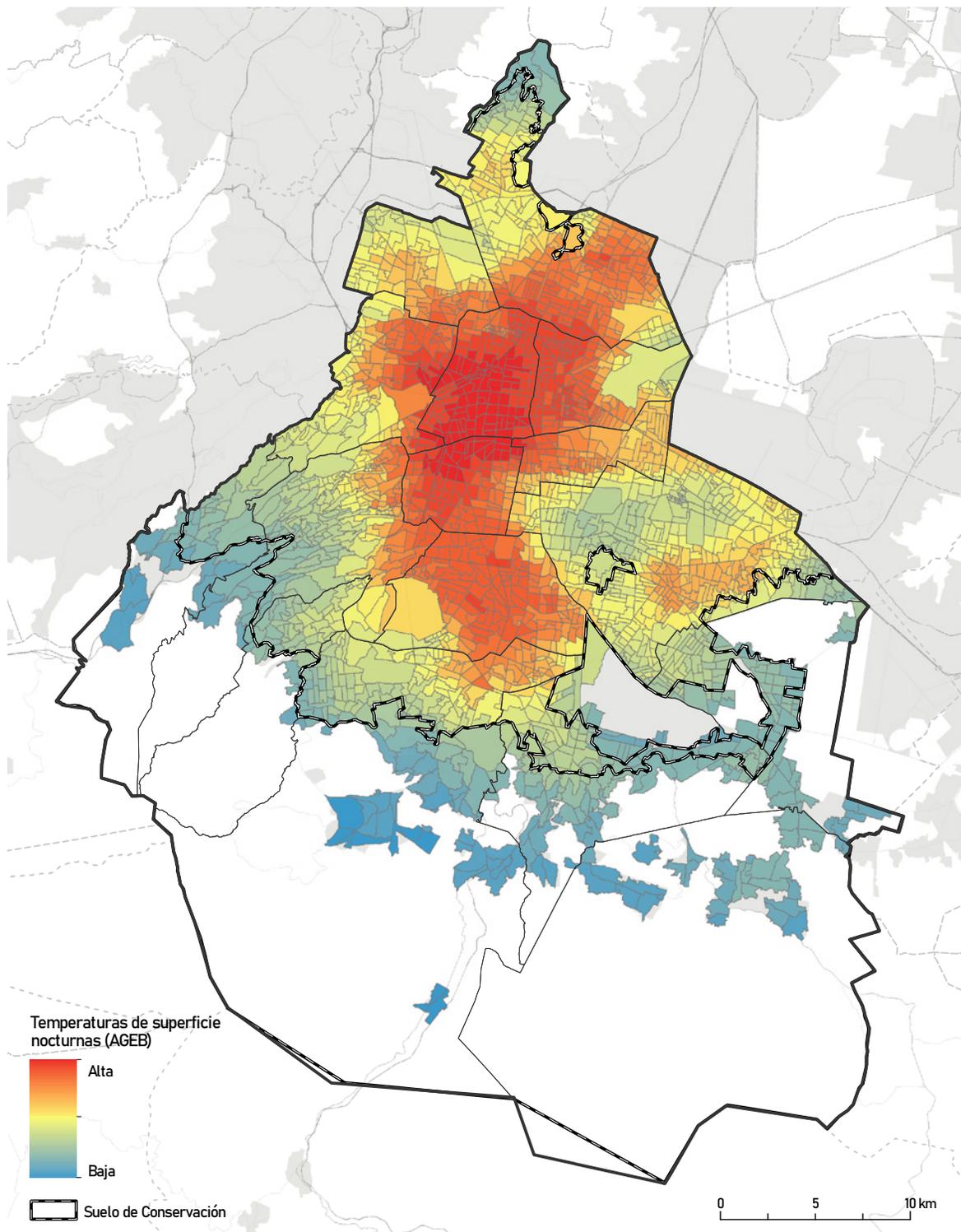
## Islas de calor urbano

El efecto de islas de calor urbano,<sup>64</sup> consecuencia del aumento en la superficie de cemento en las áreas urbanas genera una elevación de la temperatura principalmente durante la noche. En la CDMX los efectos son más evidentes en las partes centrales de la zona urbana. Aunque en menor medida, se tiene también una correlación directa con las zonas de mayor densidad de vivienda, mayor superficie de calles pavimentadas y mayor concentración de unidades económicas por hectárea. Las zonas con temperaturas más bajas se localizan en las partes de mayores alturas sobre el nivel del mar, sobre pendientes más pronunciadas y con mayor superficie de áreas libres de pavimento (Mapa 4).

---

<sup>64</sup> Las islas de calor urbano son la diferencia térmica entre una zona urbanizada y sus alrededores, es un fenómeno del clima urbano que manifiesta su mayor intensidad en horario nocturno.

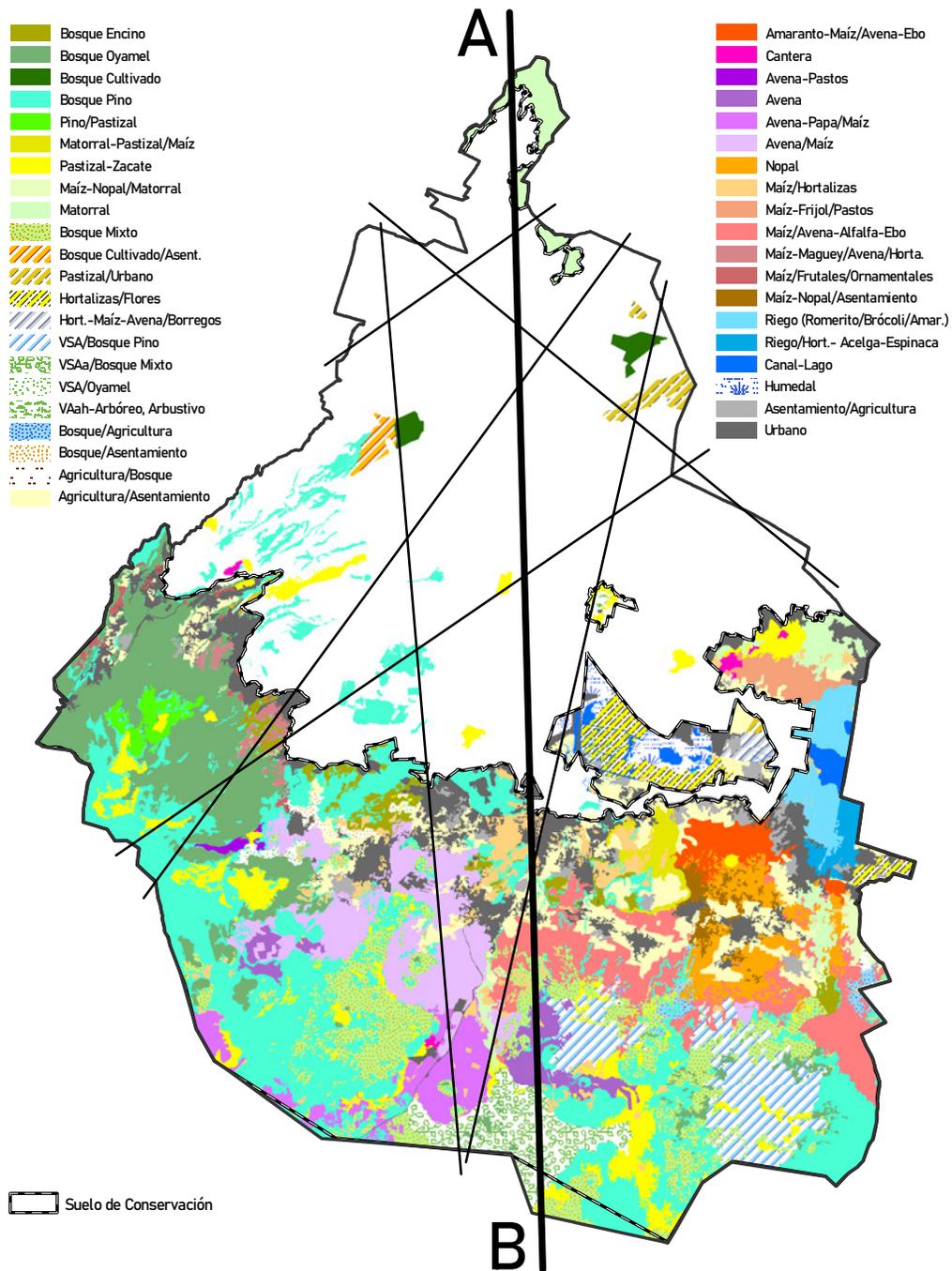
**Mapa 4.** Isla de calor urbano superficial nocturna, Ciudad de México 2016



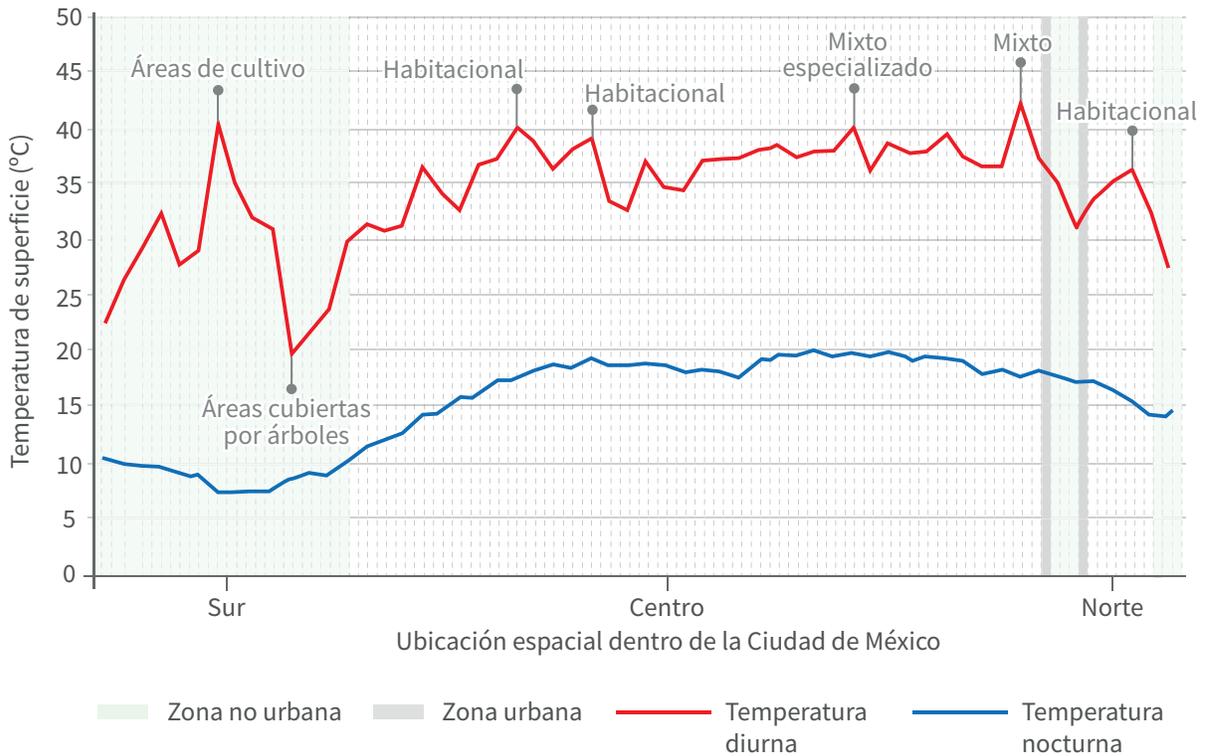
**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. México: INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI) (2016). Inventario Nacional de Vivienda. México: INEGI. CentroGEO. (2020). Isla de calor urbano superficial nocturna, Ciudad de México 2016. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020.

Tras la identificación de las variaciones térmicas diurnas y nocturnas –tanto en zonas pavimentadas o construidas como en suelo con áreas verdes–, se observan oscilaciones térmicas más pronunciadas durante el día, con temperaturas más altas en las áreas de cultivo, suelo habitacional y de uso mixto (Mapa 5). Por el contrario, las temperaturas nocturnas se estabilizan y manifiestan el fenómeno de la isla de calor urbano. Éste muestra que las temperaturas más altas durante la noche se concentran en la zona urbanizada que ha almacenado una mayor cantidad de calor debido a las características de los materiales y a la composición del entorno urbano. En contraste, las temperaturas nocturnas de las zonas con cobertura vegetal bajan debido a la facilidad para disipar el calor (Figura 1).

Mapa 5. Uso de Suelo y Vegetación 2020



**Fuente:** CentroGEO. (2020). Uso de Suelo y Vegetación del Suelo de Conservación. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020. CentroGEO. (2020). Isla de calor urbano superficial nocturna, Ciudad de México 2016. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. México: INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016). Inventario Nacional de Vivienda. México: INEGI.

**Figura 1.** Perfil térmico diurno y nocturno por uso de suelo

**Fuente:** Elaboración propia con base en imágenes satelitales LANDSAT (2016), MODIS (2016).

## Sobreexplotación de los mantos acuíferos

La dependencia de la Ciudad de México al agua subterránea ha ocasionado la sobreexplotación de los acuíferos del Valle de México que presentan esta condición desde los años ochenta. Ello debido a que se extrae un volumen sustancialmente superior al de recarga: 50 m<sup>3</sup>/s cuando solamente se recarga un volumen de entre 13 a 18 m<sup>3</sup>/s.

Las alcaldías con mayor dependencia de agua subterránea son: Coyoacán, que utiliza un volumen de 93.14 hm<sup>3</sup>, seguida de la Gustavo A. Madero con 88.46 hm<sup>3</sup>. Por otra parte, las alcaldías que utilizan el menor volumen de agua subterránea son: Cuajimalpa de Morelos y la Magdalena Contreras, debido a que cuentan con agua superficial en sus demarcaciones.

De continuar esta tendencia, se estima que el acuífero se deteriorará hasta dejar de ser la fuente principal de agua de la CDMX en los próximos 30 o 40 años.<sup>65</sup>

65 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Registro Público de Derechos de Agua (REP-DA) / Volúmenes Inscritos (estatal). Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?-tema=usosAgua&n=estatal>

## Cambio climático

El cambio climático, como problemática medioambiental, tiene diversas aristas. De acuerdo con el Inventario de emisiones de la Ciudad de México, en 2016 se emitieron 27 MtCO<sub>2</sub>e, que representan el 3.2% de las emisiones nacionales de GEI. El 74% de las emisiones fueron generadas por las fuentes móviles (24% de las emisiones totales corresponden a automóviles particulares).

Sin embargo, para la CDMX, la principal afectación relacionada es la disminución del potencial de recarga de los mantos acuíferos en el SC.<sup>66</sup> Las proyecciones climáticas –realizadas recientemente y estimadas para el horizonte cercano (2021-2040)– muestran que para el SC de la CDMX se espera un aumento en 1.36°C de la temperatura promedio actual (13.22°C), y una disminución de 52.78 mm en la precipitación total anual actual (1,027.85 mm).<sup>67</sup> Los análisis de los escenarios de aumento de temperatura, con base en las concentraciones mundiales de emisiones de CyGEI, indican un aumento de, por lo menos, 1°C sobre la temperatura media anual en la Ciudad.<sup>68</sup> Estas proyecciones no consideran los efectos de isla de calor urbana actual o futura sobre el clima de la Ciudad. Se estima que se superará el umbral de los 4°C en la década de 2080. Por otra parte, se prevé que para la segunda mitad de este siglo, disminuya la precipitación hasta en un 10%, aumentando la probabilidad de ocurrencia de sequías.

La disminución del potencial de captura de Carbono (C) en biomasa aérea (árboles) del SC de la CDMX es otra condición preocupante. Dentro de las causas destaca la edad del arbolado que altera las tasas de captura de carbono: los árboles de los bosques del SC de la CDMX son principalmente viejos. La contaminación atmosférica también disminuye el potencial de captación de carbono en los bosques. Entre las afectaciones a la vegetación de la Ciudad están: clorosis, exposición a altas concentraciones de ozono y afectación de la fitomasa, que desencadena bajas tasas fotosintéticas y, con ello, menor secuestro de carbono.

Por otro lado, las plagas presentes en una gran proporción de la vegetación de la Ciudad también influyen en la salud y capacidad de captura potencial de carbono, en la purificación del aire y en la generación de oxígeno. En los bosques de San Miguel Ajusco, Santo Tomás Ajusco y Magdalena Petlascalco en la alcaldía Tlalpan, por ejemplo, el porcentaje de árboles plagados es de entre 8.9% y 18.5%, mientras que el porcentaje de árboles enfermos se encuentra

66 Oficina de Resiliencia. (2020). Estrategia de resiliencia de la Ciudad de México. Disponible en: <https://www.resiliencia.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Estrategia%20de%20Resiliencia%20CDMX.pdf>

67 Zhang, J., Tongwen, W., Xueli, S., Fang, Z., Jianglong, L., Min, C., Qianxia, L., Jinghui, Y., Qiang, M. & Min, W. (2020). BCC BCC-ESM1 Model Output Prepared for CMIP6 AerChemMIP piClim-BC. *Earth System Grid Federation*. doi:<https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.2989>

68 Información de los escenarios de cambio climático de la Estrategia Local de Acción Climática, p. 44. Disponible en: [http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca\\_cc/PACCM-y-ELAC.pdf](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC.pdf)

entre 4.2% y 13.7%. Las plagas y enfermedades que destacan son *Scirius sp.*, *Dendroctonus adjunctus*, *Ips mexicanus*, *Ascomyceto*, *Lophodermium sp.* y *Cronartium sp.*

Además de las plagas, otro tema importante son las especies exóticas invasoras como la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y la tercera causa de pérdida de biodiversidad en México. Sin embargo, diversos factores ponen en riesgo a la diversidad biológica y los servicios que provee; uno de estos factores es la presencia de especies exóticas invasoras en los ecosistemas capitalinos. De hecho, algunas especies llevan tanto tiempo en la Ciudad que se dice que éstas ya se han adaptado, asilvestrado o naturalizado; sin embargo, esto es sólo una muestra de su potencial para sobrevivir en condiciones agrestes e invadir nuevos ecosistemas.

Por los efectos de las especies exóticas invasoras al desplazar a la biodiversidad nativa y las afectaciones que provocan en los ecosistemas, resulta urgente realizar acciones para atender esta problemática y fortalecer la prevención, detección temprana, el control y la erradicación de las mismas a través de acciones como: contar con programas de comunicación y concientización sobre los impactos que generan las especies exóticas para prevenir su liberación, impulsar la tenencia responsable de animales de compañía y reducir las poblaciones de animales ferales que afectan la biodiversidad, así como elaborar diagnósticos generales y protocolos de prevención, control y erradicación de especies exóticas invasoras para el Suelo de Conservación, Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Valor Ambiental y Áreas Verdes Urbanas.

Los incendios naturales e inducidos en el bosque afectan de forma directa el potencial de captura de carbono y sus almacenes, puesto que eliminan la materia vegetal, fragmentan el bosque y dificultan el desplazamiento de las especies. Durante 2019,<sup>69</sup> a pesar de las medidas de prevención y combate de incendios, se registraron 535 incendios, la mayoría de ellos provocados y que afectaron 3,236 ha de superficie.<sup>70</sup> La vegetación más afectada es de tipo herbáceo con una superficie afectada de 2,940 ha, seguida de vegetación arbustiva con 203 ha y por vegetación arbórea con 93 ha afectadas.<sup>71</sup> Si bien, los incendios en los ecosistemas forestales de la CDMX forman parte de sus ciclos naturales, la vejez de los árboles y la acumulación de material inflamable se exacerban con prácticas sociales y productivas que promueven los incendios. Entre ellas se encuentran el manejo inadecuado del fuego en la agricultura, la incineración de

69 CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. (2019a). Incendios forestales: Superficie afectada por estrato de vegetación.

70 CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. (2019b). Número de incendios forestales. Gerencia del Manejo del Fuego.

71 CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. (2019b). Número de incendios forestales. Gerencia del Manejo del Fuego.

residuos, las fogatas hechas por excursionistas, así como las pequeñas brasas provocadas por los cigarrillos de los fumadores.<sup>72</sup>

En un análisis de los desastres ocurridos entre 2000 y 2015, vinculados al desarrollo de actividades humanas y agravado por el cambio climático, los eventos que afectaron más población fueron las lluvias y tormentas, las temperaturas bajas y los deslizamientos. A excepción de las bajas temperaturas, que han causado pérdidas económicas altas debido a las afectaciones a cultivos, éstos también fueron los que causaron más daños a las viviendas.

## Contaminación ambiental

La contaminación ambiental constituye una importante problemática en la Materia de Relevancia Estratégica de Medio Ambiente y es una de las presiones ambientales mayormente conocidas de la CDMX. Los procesos de contaminación son eventos locales con consecuencias globales, tanto en el aspecto ambiental como en el social y económico.<sup>73</sup> En la CDMX, la co-ocurrencia de personas, vehículos, industrias y comercios genera una gran cantidad de presiones y contaminantes que afectan la calidad del aire, la calidad y dinámicas del suelo y la salud de las y los habitantes de la Ciudad.<sup>74</sup>

Los factores ambientales que incluyen aspectos físicos, químicos y biológicos, son condiciones determinantes de la salud humana.

La contaminación ambiental es originada por la prestación y aprovechamiento de actividades básicas (*i.e.* alimentos, educación, salud, trabajo, movilidad, etc.) y por actividades industriales que, en conjunto, generan afectaciones en la calidad y dinámicas del aire, agua y suelo (Mapa 6). El análisis de la calidad del suelo en la CDMX evalúa cuatro procesos directa e indirectamente relacionados con la contaminación del suelo: *degradación química* por sustancias usadas o producidas como derivados de actividades industriales, desechos domésticos, aguas residuales, agroquímicos y productos derivados del petróleo; *degradación física, erosión hídrica y eólica*. La degradación física del SC se reporta principalmente en las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac por sobrepastoreo y actividades agrícolas sobre el SC (10,153 ha). La erosión hídrica (17% de la degradación), en las alcaldías Iztapalapa, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco a causa de actividades agrícolas, sobrepastoreo y sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico. Por su parte, la erosión eólica (2% de la degra-

72 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores

73 Adger, W. N., Eakin, H. & Winkels, A. (2009). Nested and Teleconnected Vulnerabilities to Environmental Change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(3), 150-157.

74 Secretaría del Medio Ambiente (SMA). (2012). Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2011. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

dación) únicamente se presenta en la alcaldía Milpa Alta por acción del viento tras la exposición del terreno para actividades agrícolas.

La contaminación del agua se da por múltiples razones, entre ellas las descargas residuales puntuales y difusas, cuya disposición final son cuerpos de agua y suelos que afectan la calidad de estos recursos. Los contaminantes son arrastrados nuevamente a los cuerpos de agua a través de escorrentías o por la acción del viento. Los indicadores que han sido usados para evaluar la calidad del agua en la CDMX son: la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST) y los coliformes fecales (CF). De acuerdo con CONAGUA,<sup>75</sup> de los 2,764 sitios de la red de agua superficial, el porcentaje de sitios de monitoreo de agua superficial considerada como contaminada o fuertemente contaminada para la región hidrológica-administrativa XIII Aguas del Valle de México, donde se ubica la CDMX, fue el siguiente: DBO5 57.4% de los sitios (> 30 mgO<sub>2</sub>/litro); DQO 84.2%; SST 38.3% y CF 72%.

En 2017, la red de descarga de aguas residuales de la CDMX contaba con 5,028 sitios, de los cuales 2,685 correspondían al monitoreo superficial; 1,096 sitios al monitoreo subterráneo; 14 sitios de estudios especiales subterráneos; 88 sitios de estudios especiales superficiales; 281 sitios de descargas superficiales; ocho sitios de descargas subterráneas y 856 sitios de descarga costeras. Las descargas de aguas residuales municipales que incluyen las zonas urbanas y rurales, sólo se trata 52.7% de los litros empleados, mientras que, de las no municipales, es decir, de las que provienen de la industria, sólo se trata un 32%.<sup>76</sup>

Las principales fuentes de contaminación atmosférica son los vehículos pesados, los autobuses, los tractocamiones, la resuspensión de polvo en vialidades por tránsito vehicular, la industria alimentaria y la industria donde se fabrican productos con base en minerales no metálicos y las emisiones por compuestos y gases empleados también en las viviendas. Las fuentes móviles contribuyen con 52.5% de las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros (PM10) y 55.7% de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5). También contribuyen mayormente en las emisiones de monóxido de carbono (CO), carbono negro, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido de nitrógeno (NOX). Este último contaminante rebasa las concentraciones horarias límite en la zona centro de la cuenca del Valle de México; además, es el precursor del ozono y se considera un agente cancerígeno.<sup>77</sup>

75 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Estadísticas del Agua en México 2019. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>

76 Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (n.d.). Contaminación en México. Disponible en: <https://agua.org.mx/agua-contaminacion-en-mexico/>

77 Organización Mundial de la Salud. (OMS). (2012). La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud. Disponible en: [www.who.int](http://www.who.int), <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact2012>

El Inventario de Emisiones de la CDMX elaborado por la SEDEMA<sup>78</sup> mostró un consumo energético total de 385.2 Petajoules (PJ) en 2016: 90.5% proveniente de energías secundarias y 9.5% de energías primarias (leña, carbón y gas natural). En ese mismo año en la CDMX se produjeron 34 millones de viajes con un parque vehicular registrado (motos, autos, camionetas tipo SUV) de 2.3 millones; esto, comparado con 2014, creció 83%. En esa misma fecha, el transporte de carga se redujo un 9% y el transporte público tuvo un ligero aumento en 8% de uso.

Por su parte, la contaminación lumínica es definida como la emisión de luz artificial propagada hacia la troposfera en entornos nocturnos que genera una cúpula de luz de hasta 60 km de altitud.<sup>79</sup> Ésta se produce por un aumento de la iluminación artificial en entornos nocturnos y genera impactos en el medio ambiente. De hecho, es un precedente del cambio climático porque crea un desperdicio de energía considerable y representa una reducción del contraste de luminancia. Los efectos más graves están relacionados con la biodiversidad, ya que todas las especies fotosensibles están adaptadas a un ciclo natural diurno y nocturno. El sector de comercios y servicios demanda 9% del consumo energético, 46% de sus actividades se concentran en las delegaciones de Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Cuauhtémoc (Mapa 6).

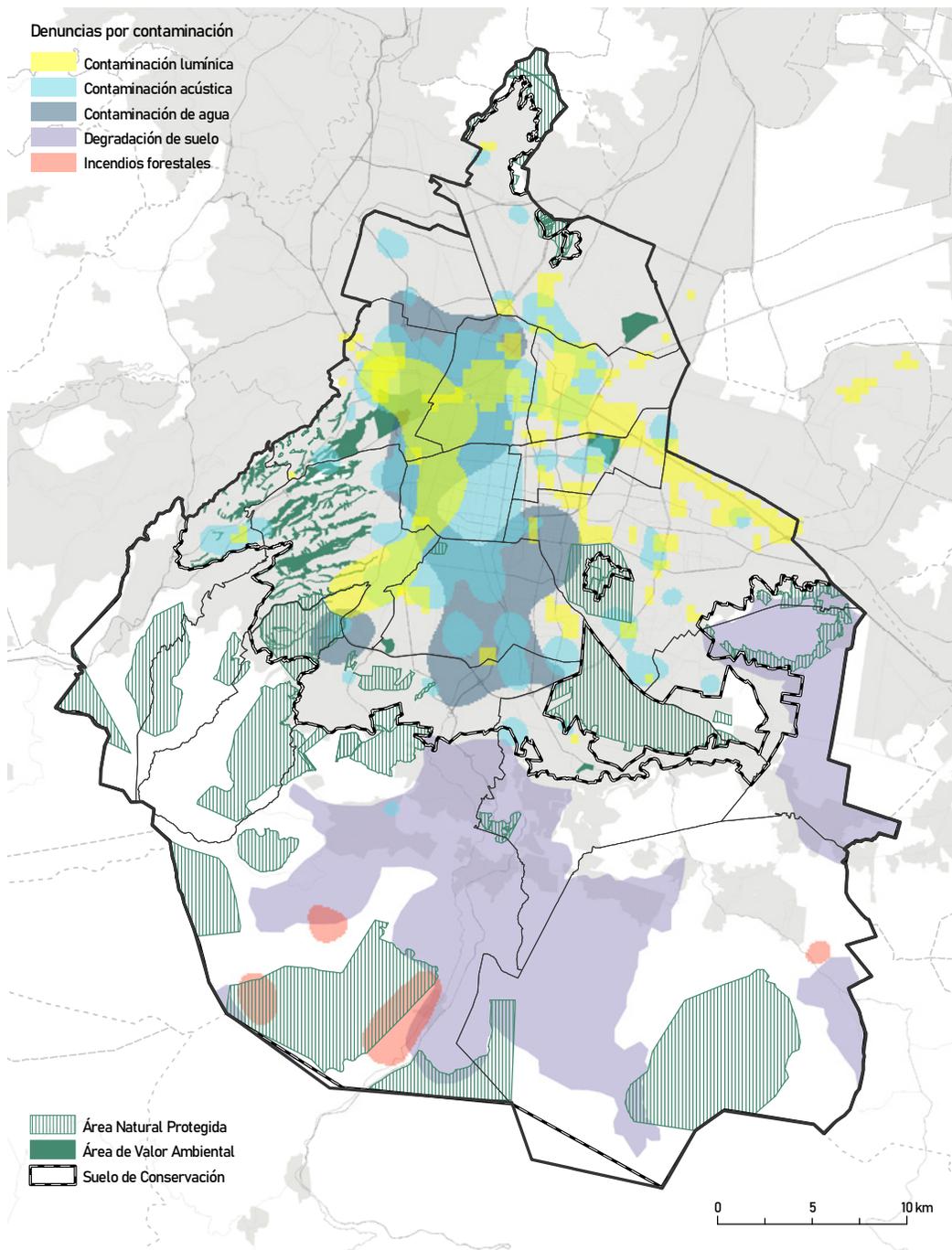
La contaminación acústica se tipifica como el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. En la CDMX son permitidos 65 dB (decibeles), cantidad presente en cualquier electrodoméstico, en el bullicio de una calle o en el tráfico moderado. Incluso se sabe que con intensidades a partir de los 85 dB se vulnera el sistema nervioso de las personas.<sup>80</sup> Sin embargo, 15% de la CDMX registra un volumen de ruido inaceptable para el oído humano; uno de los principales responsables son los más de dos millones de vehículos que circulan por la urbe. La Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT) destaca que la molestia auditiva es una de las causas de denuncia más frecuentemente recibidas y que éstas se concentran principalmente en las alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza y Coyoacán, que coincide con los espacios en donde más establecimientos comerciales se tienen registrados dentro de la CDMX (Mapa 6).

78 Secretaría del Medio Ambiente. (SMA). (2016). Inventario de emisiones 2016. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/inventario-emisiones-2016.pdf>

79 Kocifaj, M. & Solano Lamphar, H. A. (2013). Skyglow Effects in UV and Visible Spectra: Radiative Fluxes. *Journal of Environmental Management*, 127, 300-307

80 De Gortari Ludlow, J. (2013). Guía sonora para una Ciudad. México: Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Cuajimalpa

**Mapa 6.** Principales zonas de denuncias por contaminación lumínica, acústica, de agua, presencia de incendios forestales y degradación de suelo 2020



**Fuente:** EPAOT (2020). Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano de la CDMX. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. PAOT. 2020. Disponible en: <http://189.204.244.143:8008/mapguide/sig/siginterno.php>. CONAFOR. Serie histórica anual de incendios 2010 a 2017. Comisión Nacional Forestal. México. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incendios-forestales>. CentroGEO. (2020). Kerneles de densidad de las denuncias de contaminación lumínica, contaminación acústica, agua y suelo. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020.

Se ha demostrado que poblaciones de animales silvestres, la exposición a contaminantes, incluidos el ruido urbano y la iluminación, tiene efectos en la fisiología, en el éxito reproductivo y en la supervivencia de los individuos.<sup>81</sup>

## Residuos sólidos

El incremento en el volumen de residuos generados tanto por la creciente población residente como por la población flotante que transita diariamente en la entidad constituye otro de los retos significativos de la Ciudad. Los niveles y patrones de consumo, las prácticas de manejo y políticas encaminadas a la minimización de los residuos, así como el establecimiento de comercios e industrias y el aumento de la densidad poblacional, son factores determinantes en la generación de residuos sólidos.<sup>82</sup>

El manejo de los residuos generados por las actividades de la Ciudad es de relevancia porque su manejo, tratamiento, disposición intermedia y fina pueden contribuir a la contaminación del suelo, agua y aire. Desde 2004, la CDMX cuenta con la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF), que incluye instrumentos de gestión como : inventarios de residuos (2006-2019) documento estratégico de publicación anual desde el 2006, Programas de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (publicados en 2004, 2009 y 2016) de publicación quinquenal desde el 2004, Planes de Manejo de Residuos aplicables a las alcaldías y a los grandes generadores de residuos de la industria, comercios y servicios, y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). No obstante, diversos problemas de índole política, económica, técnica y social han impedido lograr los objetivos legales y de política pública que se persiguen, entre otros, porque a la población residente de la CDMX se agrega una población flotante que alcanza proporciones de gran magnitud en ciertas alcaldías.

Las causas centrales de la problemática de los residuos en la Ciudad incluyen, de manera señalada, las lógicas de consumo poco responsables, la falta del cumplimiento de separación desde la fuente y la debilidad en la normatividad nacional para establecer obligatoriedad en la no obsolescencia de ciertos productos y formas de empaque y embalaje, así como la resistencia de ciertos

81 Saaristo M., Brodin T., Balshine S., Bertram M.G., Brooks B.W., Ehlman S.M., McCallum E.S., Sih A., Sundin J., Wong BBM, Arnold K.E. (2018). Direct and Indirect Effects of Chemical Contaminants on The Behaviour, Ecology and Evolution Of Wildlife. *Proceedings. Biological sciences*, 22;285(1885):20181297. Ríos-Chelén, A. A. (2009). Bird Song: The Interplay Between Urban Noise and Sexual Selection. *Oecologia Brasiliensis*, 13(1), 153-164. Bermúdez-Cuamatzin, E., Ríos-Chelén, A. A., Gil, D., y García, C. M. (2010). Experimental Evidence for Real-Time Song Frequency Shift in Response To Urban Noise In A Passerine Bird. *Biology Letters*, 7(1): 36-38.

Newport, J., Shorthouse, D. J., & Manning, A. D. (2014). The Effects of Light and Noise From Urban Development on Biodiversity: Implications for Protected Areas In Australia. *Ecological Management & restoration*, 15(3), 204-214.

82 Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA). (2017). 5º Informe de Gobierno.

actores sociales a esquemas de depósito reembolso, responsabilidad extendida del productor e incluso la prohibición de ciertos productos desechables como los plásticos de un solo uso.

## **Economía circular, cambio climático y generación de residuos en la CDMX**

La pandemia por COVID-19 y sus impactos ambientales, económicos y sociales han creado condiciones que exponen la necesidad de implementar sistemas de economía circular regenerativos, incluyentes, enfocados en el cierre del ciclo de los materiales con un enfoque territorial que busque el establecimiento de alianzas entre diversos sectores sociales en las grandes urbes del mundo. Esto es consistente con la Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030 y el Programa Basura Cero, con las políticas actuales en la gestión de residuos de la Ciudad de México, que prevén reducir en 73% las emisiones de CO<sub>2</sub>eq generados por residuos sólidos para 2025.

Para poner en perspectiva los desafíos que enfrenta el gobierno de la CDMX para alcanzar en diez años el objetivo “Una Ciudad con basura cero en 2030” del Programa Basura Cero Plan de Acción de la Ciudad de México para una Economía Circular, es preciso tener en cuenta que la implementación de su legislación en materia de residuos sólidos desde hace dieciocho años no ha logrado un correcto manejo de los residuos. Para contribuir al propósito anterior, el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2020 de la CDMX define seis ejes estratégicos: 1) reducir la generación de residuos; 2) incrementar el reciclaje; 3) asegurar la recolección selectiva; 4) aprovechar los residuos; 5) impulsar la actividad económica sustentablemente, y 6) mitigar el cambio climático.

### **Estrategia sobre residuos sólidos**

La información proporcionada por el último de los catorce Inventarios de Residuos Sólidos de la CDMX anuales, publicado en 2019, constituye una oportunidad para aplicar la metodología de gestión por resultados y facilitar la determinación de las medidas a adoptar a fin de corregir desviaciones respecto a los resultados esperados. Lo anterior con pleno reconocimiento de la Recomendación 7/2016, aprobada el 14 de julio de 2016 por la Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México, dirigida al gobierno central y a las alcaldías por omisiones en la prestación de los servicios de limpia. Dichas omisiones se consideran violatorias del derecho a un ambiente sano, del derecho a un nivel de vida adecuado y del derecho a una vida digna, de personas que habitan y

transitan en la CDMX y de personas que trabajan y prestan servicios asociados a la recolección y manejo de los residuos sólidos.

**Generación de residuos sólidos urbanos:** En el año 2006 se generaron 12,812 toneladas al día de residuos sólidos y hubo un crecimiento aproximado de 60.13 t/día cada año hasta 2018. En 2019 se presentó un incremento de 76 toneladas diarias respecto a 2018 al generarse 13,149 toneladas totales (1.40 kg/hab/día).<sup>83</sup> Los residuos de manejo especial de industrias, comercios y servicios en la CDMX son declarados por los generadores en los planes de manejo con enfoque de 3Rs, además de ser recuperados por las autoridades mediante programas especiales, pero no son cuantificados en su totalidad ni es evaluada su valorización global. Los residuos de construcción y excavación son considerados residuos de manejo especial, debido a sus características es posible conocer su generación mediante el registro de planes de manejo, la cual es igual o superior a la cantidad de residuos sólidos urbanos generados.

**Recolección selectiva:** En 2019 se ejecutó el servicio de recolección en 2,010 rutas de las que más de 71.44% son de recolección selectiva, 27% menos que el año anterior. Ni en el Inventario 2019 ni en el Programa 2016-2020 se informa de la cobertura total del servicio de recolección.<sup>84</sup>

**Separación, recolección selectiva y compostaje de residuos orgánicos:** Tras el cierre del relleno sanitario de Bordo Poniente, de recibir 127 toneladas por día de residuos orgánicos separados en las estaciones de transferencia en 2010, en los años 2011 y 2012 se recibieron 1,656 y 2,214 toneladas por día, respectivamente. Sin embargo, la recepción de residuos orgánicos separados en las estaciones de transferencia ha disminuido constantemente a partir de 2013, ya que ese año sólo se recibieron 1,729 toneladas por día y en 2014 se recibieron 1,487 toneladas diarias. En 2019, sólo 54.13% de residuos orgánicos se separaron en la fuente; ingresaron 422,404 toneladas a las plantas de transferencia de la Ciudad (20% menos que el año anterior), de los cuales 2,245.50 toneladas se convirtieron en composta, que en un 39.32% se quedó almacenada por falta de capacidad para distribuirla con fines de aprovechamiento.<sup>85</sup>

**Emisiones de GEI asociadas al manejo de residuos:** En 2019, los vehículos de recolección de residuos contribuyeron con 28,613.69 tCO<sub>2</sub>eq totales (al igual que con las barredoras mecánicas, el diésel es el combustible más ocupado en 90.40% de los vehículos recolectores, mientras que la gasolina es empleada por el 9.06%). Se estiman en 2,569 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>eq las emisiones consecuencia del transporte de los residuos desde las plantas de transferencia

83 Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). (2019). Inventario de residuos sólidos, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2019.pdf>

84 Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). (2019). Inventario de residuos sólidos, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2019.pdf>

85 Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). (2019). Inventario de residuos sólidos, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2019.pdf>

y selección de la CDMX hasta los sitios de disposición final en los estados de México y Morelos.

Se estima que la conversión en composta de 422,404 toneladas anuales de residuos orgánicos, en lugar de enviarlos a disposición final, contribuyó a reducir 418,834.70 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>eq. La mitigación en edificios públicos con sistemas de administración ambiental de CO<sub>2</sub>eq total fue de 535.38 t/día: STYFE: 9.05 t/año, SEDEMA: 21.43 t/año, SEDESA: 504.90 t/año. La contribución a la mitigación de emisiones de los planes de manejo fue de 23.89 toneladas, superior en 30% al año anterior, debido a que incrementó la cantidad de residuos separados y sujetos al Plan. El mercado del trueque ha evitado la emisión de 224 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq).

## Evaluación de la gestión de residuos orgánicos en la CDMX desde la perspectiva circular

**Manejo de residuos orgánicos:** 46% de los residuos son orgánicos de acuerdo con el PGIRS 2016-2929s. Algunas cifras oficiales resaltan que de las 8,371 t/día de residuos ingresados a las trece estaciones de transferencia (ET), equivalentes a tres millones de toneladas anuales, 12% fueron residuos orgánicos, lo que varía de acuerdo con la alcaldía. Sin embargo, un estudio realizado para determinar la fracción orgánica de los residuos de manejo especial generados en las unidades económicas comerciales y de servicios de la CDMX, mediante el análisis de las tasas de generación por empleado, arroja una generación de 14,155 toneladas diarias en la Ciudad.

La cantidad de residuos orgánicos que se generan en la CDMX y su alto potencial de aprovechamiento para la reducción de la emisión de GEI, ameritan que se establezca un programa específico al respecto. Tras aplicar políticas de reducción en la fuente, incluida la gestión de la pérdida y desperdicio de alimentos, los residuos generados podrían ser usados como insumo de procesos productivos (composta), ser aprovechados energéticamente, y convertirse en biocombustible utilizable en los vehículos recolectores de residuos y en el transporte público para reducir las emisiones de GEI, donde actualmente ya se cuenta con la planta de Biodiesel en la Central de Abasto (CEDA). Además, las fuentes generadoras de los mismos están obligadas a establecer planes de manejo y son legalmente las responsables de su reducción y aprovechamiento, particularmente de las actividades agropecuarias, industria alimentaria, comercios y servicios de venta de alimentos. Aunado a ello debiera impulsarse que los particulares hagan composta doméstica además de multiplicar los composteos comunitarios asociados a los huertos urbanos.

**Diagnóstico de generación y aprovechamiento:** En 2019, 54.13% de los domicilios separaron sus residuos orgánicos para su recolección, lo que en un

71.44% fue recolección selectiva. La Central de Abasto (CEDA) opera con 327 ha de comercios durante todo el año. En ella se generan 557 toneladas de residuos, lo que equivale a 203,000 toneladas anuales.<sup>86</sup> En los planes de manejo no sujetos a licencia ambiental única (LAU) se reportaron 226.25 toneladas de residuos de alimentos (de las cuales se aprovecharon 5.74) y 1,537.86 toneladas de residuos de jardinería y podas (0.01 aprovechadas). Las dependencias del gobierno de la CDMX que participan en el sistema de administración ambiental reportaron una generación de 1,771 t/día de residuos orgánicos.

**Biodigestión:** La Planta para Tratamiento de Residuos Orgánicos del Centro de Acopio Nopal-Verdura en Milpa Alta, con una superficie de 240 m<sup>2</sup>, tiene una capacidad para procesar y transformar alrededor de 1,100 toneladas de residuos orgánicos para obtener 170 metros cúbicos de biogás. El biogás se utiliza como combustible alternativo para tareas como cocción, calefacción, iluminación y electrificación. La planta puede llegar a generar la energía necesaria para mantener encendidos 500 focos ahorradores. En 2019, ingresaron 2.8 t/día de residuos orgánicos que fueron aprovechados (21.41 m<sup>3</sup>/día y 178.79 kWh/día). El tratamiento también produce un mejorador de suelo conocido, utilizado en los terrenos de cultivo locales.

**Compostaje público de residuos orgánicos:** De acuerdo con el PGIRS 2016-2020 antes citado, a raíz del cierre de operaciones de la IV etapa del Relleño Sanitario de Bordo Poniente, en 2011 se establecieron las condiciones para generalizar la separación de residuos orgánicos, así como su recolección separada en días alternados. Por esta razón, se tuvo disponible una gran cantidad de residuos orgánicos que requerían tratamiento. Para ello fue necesario realizar la ampliación de las instalaciones y de la capacidad de operación de la Planta de Composta de Bordo Poniente, la cual creció en instalaciones, personal, maquinaria y equipos, incrementando su capacidad de 200 toneladas al día de residuos orgánicos, a un promedio de 2,500 toneladas diarias en el año de 2012.

En 2019 ingresaron a las siete plantas de compostaje 422,404 toneladas de residuos orgánicos, 20% menos que el año anterior. El destino de 2,245.50 toneladas al año de composta fue: parques, jardines, áreas verdes (484.20 toneladas), vialidades primarias (6 toneladas), agricultura (639.60 toneladas), árbol (12 toneladas), particular (75), escuelas (145.94) y composta almacenada dentro de la planta (882.76 toneladas: 39.32%). Además, se produjeron 2,169.80 toneladas de *mulch* en las plantas de composta de las alcaldías Álvaro Obregón, Iztapalapa y Xochimilco, siendo esta última la que generó el 93.50%. El problema, como en el caso anterior, es su distribución por falta de recursos. 5.28 toneladas de composta fue intercambiada en los mercados de trueque. 19% de

<sup>86</sup> Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). (2019). Inventario de residuos sólidos, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2019.pdf>

los residuos sujetos a planes de manejo, de los que se ocupan las empresas prestadoras de servicios registradas en el RAMIR se destinaron a compostaje.

**Educación y capacitación:** Se han realizado intervenciones en mercados emblemáticos de la Ciudad con talleres sobre manejo de grasas y aceites, taller de sensibilización y planes de manejo, reducción y separación de residuos que se originan en los mercados, con duración de entre 50 y 100 minutos. En el bosque de San Juan de Aragón, en donde se realizan tareas de educación ambiental a lo largo del año, se realizaron tres talleres de compostaje.

## **Cambio de paradigma en la gestión de residuos a consolidar**

En una economía circular regenerativa, el foco de atención está puesto en el cierre del ciclo de los materiales que se emplean para fabricar bienes de consumo y la prestación de servicios, a manera de reducir la dependencia de las materias primas vírgenes, contribuir a la restauración de los recursos naturales y disminuir los impactos al ambiente. Por tal razón, la jerarquía de la gestión de los residuos adquiere otra dimensión en los sistemas de economía circular que deben abordarse desde una doble perspectiva o dos fases:

- 1) La fase de prevención que tiene lugar antes del momento en que un producto se fabrica y en la que intervienen procesos de diseño ecológico que contribuyan a minimizar la cantidad de recursos naturales que se emplean en su fabricación, así como alargar su vida útil, la facilidad de su desensamble, reparación, reúso, renovación, remanufactura o reciclaje de alta calidad. Además de estrategias de cultura ambiental para la sensibilización y toma de conciencia por parte de los y las consumidores.
- 2) La fase post consumo en la que tiene lugar su gestión integral como residuos susceptibles de aprovechamiento o valorización para reducir a cero su disposición final, de ser posible. Se busca que ambos procesos sean cíclicos para evitar el desperdicio de recursos. Por ello, en la CDMX se requiere reformar la Ley de Residuos Sólidos en este sentido, así como la LGPGIR (federal) y actualizar los formatos de los planes de manejo que son el instrumento para que se lleven a cabo tales procesos con esta visión. Esta falta de regulación explicaría –entre otros– las fallas en lograr la reducción en la generación y el incremento en el reciclaje de residuos.

## **Situación de los diagnósticos actuales para orientar la toma de decisiones en términos de residuos**

Los Inventarios de Residuos Sólidos de la CDMX, incluyendo el de 2019, aún no han sido configurados para medir el éxito que se tiene en lograr la circularidad del ciclo de vida de los materiales que entran en la composición de los productos antes y después de que se convierten en residuos, por lo que se requiere construir los indicadores apropiados para ello. Esto significa dos cosas: utilizar los datos con los que ya se cuenta para que reflejen los avances hacia la circularidad que estén a su alcance y generar los que hacen falta y que sean clave para los fines que se persiguen.

En este momento, la fase de los materiales y productos post consumo –que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos (RSU) de origen domiciliarios–, es la que tiene mayor prominencia en los inventarios. Ello se refleja en los datos que se presentan acerca de: cantidad total y por habitante al día de RSU que se generan, composición (corrientes de materiales que los caracterizan: orgánicos o inorgánicos como papel, cartón, plásticos, vidrio, metales y otros), separación en la fuente, recolección selectiva, transferencia, selección, compostaje, compactación/co-procesamiento y disposición final, según corresponda.

Tratándose de residuos sólidos urbanos de grandes generadores industriales, comerciales y de servicios, así como de residuos no peligrosos de esos procesos, la legislación los cataloga como residuos de manejo especial (RME), sujetos a planes de manejo para su reducción, reúso y reciclaje, a cargo de quienes los generan. Por ahora, la información obtenida en los inventarios no ofrece la claridad que debiera para orientar la toma de decisiones al respecto. Sin embargo, sí se hacen evidentes las distintas modalidades que adquieren los planes de manejo en función de la cantidad de residuos generados (comprendida entre 50 y 1000 kg por día) por establecimientos que requieren una LAU –o no la requieren–, o bien, que son generados en obras de construcción, mantenimiento o demolición, así como por prestadores de servicios registrados en el RAMIR. También se presenta información sobre campañas para la recuperación con fines de reciclaje de corrientes de residuos prioritarios como los de equipos eléctricos y electrónicos, llantas, aceites comestibles y baterías usados.

### **Aplicación de la responsabilidad extendida del productor-generador de residuos sujetos a plan de manejo**

De conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 de planes de manejo de residuos de manejo especial publicada en 2013, es obligatoria su implementación en el caso de residuos orgánicos generados en actividades intensivas agropecuarias, pesqueras o forestales, y de aceites comestibles

usados, así como de productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos que incluyen los plásticos de un solo uso, particularmente envases, embalajes y bolsas para mercancías, equipos eléctricos y electrónicos, vehículos y llantas usados, y residuos de la construcción, entre otros.

Aunque no se hace mención expresa de la responsabilidad extendida del productor, esta norma atribuye la responsabilidad de establecer el plan de manejo y de costear éste a los productores, importadores, distribuidores y comercializadores de los productos listados, así como a las autoridades ambientales estatales a cargo de su gestión. La Ley de Residuos Sólidos de la del Distrito Federal establece precisiones suplementarias al respecto.

En el caso de los residuos de la construcción, además de la obligatoriedad del plan de manejo correspondiente, aplica la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013 que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición en el Distrito Federal. Aunado a ello, es obligatorio apearse al Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), que es un programa impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal que tiene como objetivo central impulsar la incorporación de sistemas y tecnologías de eficiencia en el uso de los recursos (agua, energía eléctrica, gas) y la reducción en la generación de emisiones contaminantes (gases y desechos sólidos y líquidos). Éste es un claro ejemplo del conjunto de instrumentos de política que se pueden establecer para lograr los fines que se persiguen en los sistemas de economía circular.

En resumen, con la normatividad existente (y en tanto no se hagan las reformas necesarias), las autoridades del gobierno de la CDMX tienen elementos suficientes para hacerla efectiva en el caso de residuos coyunturales como son los residuos de la construcción y de plásticos. Una manera ventajosa de hacerlo es convocar a los diversos eslabones de las cadenas de valor de ambos tipos para participar en planes de manejo colectivos y mixtos (con participación de las alcaldías y el gobierno central), en los que colaboren instituciones educativas y organizaciones de la sociedad civil para aprovechar las redes sociales en la movilización ciudadana que facilite y abarate su implementación. Los planes de manejo son la vía para establecer encadenamientos productivos y simbiosis industrial para compartir materiales valorizables, a lo cual se suma la aplicación de programas voluntarios como el de liderazgo ambiental para la competitividad.

### **Generación de empleos asociada a la economía circular y reciclaje incluyente en la CDMX**

Como estrategia para hacer frente a la inestabilidad económica generada por perturbaciones, entre ellas las pandemias como la del COVID-19, es urgente facilitar el tránsito hacia una economía circular vinculada a la economía social

y solidaria, incluyente, con enfoque de género, que detone la creación de empleos y el cierre del ciclo de los materiales para asegurar el suministro de insumos al sector productivo. Lo anterior va en concordancia con el eje transversal de “Empleos verdes para una transición justa y sustentable” de la Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y con las líneas estratégicas transversales del programa Basura Cero de la CDMX: 1) Reducir el volumen de los residuos, 2) Manejo adecuado de los residuos, 3) Aprovechamiento de los residuos sólidos, 4) Impulso al empleo y 5) Cultura ambiental.

Para facilitar que ello ocurra, es preciso regular a nivel general en México y en la CDMX el establecimiento de un modelo de reciclaje incluyente, acorde con el compromiso de cumplir con el octavo ODS de la ONU “Trabajo decente y crecimiento económico”. Ello con el fin de promover políticas orientadas al desarrollo económico y social que apoyen las actividades productivas y la creación de empleo decente y digno, así como que se alienten la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, entre otras iniciativas, mediante el acceso a servicios financieros.

Uno de los objetivos del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal, hoy CDMX, (PGIRS) 2016-2020, es consolidar la gestión integral de residuos sólidos en la capital del país con una visión incluyente y participativa, tendiendo a un cambio de paradigma de “Basura Cero” y considerando un enfoque metropolitano. En dicho programa se informa que en el año 2014 el servicio de recolección de residuos, a través del servicio público de limpia, atendió 1,773 rutas distribuidas en 1,868 colonias de la Ciudad, utilizando 2,460 vehículos recolectores con la participación de 3,396 operadores y un estimado de 3,488 “trabajadores voluntarios”.

En la Recomendación 7/2016, aprobada el 14 de julio de 2016 por la Comisión de Derechos Humanos de la Ciudad de México, se menciona la atención de una queja presentada el 12 de septiembre de 2014 en relación con el hecho de que en las delegaciones de la Ciudad de México trabajan personas en el servicio de limpia sin salario ni prestación alguna. Su remuneración económica es la propina que personas vecinas les dan al recolectar residuos de las viviendas y barrer manualmente las calles. En algunos casos, autoridades delegacionales les proporcionan uniformes o herramientas para realizar sus actividades; en otras, ellas mismas tienen que conseguir sus propios insumos para trabajar.

En el Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX de 2019 se menciona que solamente las alcaldías Álvaro Obregón y Tlalpan reportaron tener voluntarios en su plantilla que no perciben un sueldo por parte de la alcaldía, sino que dependen de las propinas que reciben y de la venta de los materiales valorizables. Al no estar en nómina en las alcaldías, los trabajadores voluntarios son prácticamente invisibles y se ignoran muchos aspectos de su vida. El Sindicato Único de Trabajadores del Gobierno de la Ciudad de México, Sección 1 Limpia

y Transportes, no cuenta con reportes sobre su plantilla laboral en el portal de transparencia. También se indica que “se espera que el programa BASURA CERO lleve a incrementar el aprovechamiento de 4,100 a 10,700 toneladas diarias de residuos para el 2024. Ello implica implementar acciones como el reciclaje, el compostaje, combustibles alternativos y la utilización de nuevas tecnologías. En la misma línea, el Programa pretende incluir y aumentar actividades culturales, promover la educación ambiental y reforzar el marco normativo para una economía circular y el reconocimiento de las personas trabajadoras de limpia”.

En el Informe de Gobierno de la CDMX, que abarca el periodo del 1 de agosto de 2019 al 31 de julio de 2020, se indica que se llevó a cabo una serie de acciones para mejorar la gestión de residuos, incluyendo los cambios en la normatividad que se requieren para generar un modelo sustentable y de responsabilidad compartida.

### **Desafíos para lograr el reciclaje inclusivo en la CDMX**

El primer paso para lograrlo es el reconocimiento formal y dignificación por parte del gobierno y de la sociedad de los procesos operativos y económicos llevados a cabo por los voluntarios y pepenadores, así como de los beneficios ambientales, sanitarios, económicos y sociales que derivan de ello. En segundo lugar, es necesario elaborar propuestas que surjan de los mismos recicladores informales y que sean técnica, normativa y socialmente adecuadas. En tercer lugar, es necesario consolidar y reglamentar el carácter microempresarial de las células operativas y socioeconómicas que ya se hayan creado o se puedan crear, reconociendo los liderazgos operativos existentes y formalizando y volviendo equitativa la sinergia público-popular.

### **Creación de empleos, mecanismos de fortalecimiento de trabajadores e inclusión de voluntarios acorde al ODS 8 de la ONU**

A manera de ejemplo de las acciones que tienen lugar en el sentido antes señalado, conviene mencionar el Subprograma Compensación a la Ocupación Temporal y la Movilidad Laboral (COT), coordinado por la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo (STYFE). El COT está dirigido a personas desempleadas o subempleadas, habitantes de la Ciudad de México, con interés en vincularse a un puesto de trabajo o que requieran capacitación o apoyo para emprendimiento en dependencias de la Administración Pública de la Ciudad de México y organizaciones de la sociedad civil, con la oportunidad de recibir un apoyo económico hasta de tres meses por sus actividades. En 2019, en materia de residuos, la SEDEMA participó en el programa de COT con el proyecto piloto para la

Implementación de Planes de Manejo de Residuos en Mercados Públicos de la Ciudad de México, cuyo objetivo principal era mejorar el manejo de los residuos en estos espacios. Para lograrlo, los beneficiarios participaron en actividades de capacitación y sensibilización dirigidas a los locatarios, sobre la separación de residuos, acopio de grasas y aceites, prohibición de plásticos de un solo uso y fomento del uso de materiales reutilizables. Además, se realizó la cuantificación y caracterización de los residuos que se generan en los mercados para facilitar el desarrollo de su plan de manejo. Veinticinco beneficiarios del programa COT fueron recién egresados de carreras ambientales. El proyecto se implementó en trece mercados públicos ubicados en trece alcaldías.<sup>87</sup>

### **P. I. L. A. R. E. S.**

Los Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Saberes (PILARES) son espacios rehabilitados por la Secretaría de Obras y Servicios donde toda la comunidad puede tener acceso a la educación, la capacitación y el desarrollo. Están ubicados en los barrios, colonias y pueblos que padecen más marginación y violencia en las 16 alcaldías. Cada uno de estos espacios está acondicionado para impartir actividades físicas, deportivas y recreativas. Allí, los habitantes de las 16 alcaldías pueden realizar actividades escolares y de capacitación para el trabajo en oficios diversos, entre los cuales se encuentran los que pueden alargar la vida de los productos de consumo como los equipos electrónicos. El programa PILARES obtuvo el premio *Construir la Igualdad* que otorga la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) por la implementación de estrategias tendentes a garantizar el acceso a los derechos humanos. El reconocimiento incluye declarar a la capital del país como “amigable con políticas públicas locales en igualdad y no discriminación”.

### **Síntesis de la problemática**

Temas acoplados (biodiversidad, servicios ambientales y áreas verdes)

Sus principales problemáticas son:

- a. Expansión de la mancha urbana
- b. Asentamientos humanos irregulares
- c. Incendios forestales
- d. Sobreexplotación de recursos (acuíferos, tala ilegal)
- e. Especies exóticas invasoras y plagas

<sup>87</sup> Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA). (2019). Inventario de residuos sólidos, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2019.pdf>

- f. Prácticas agrícolas no sustentables
- g. Ausencia de planes de manejo
- h. Cambio Climático.

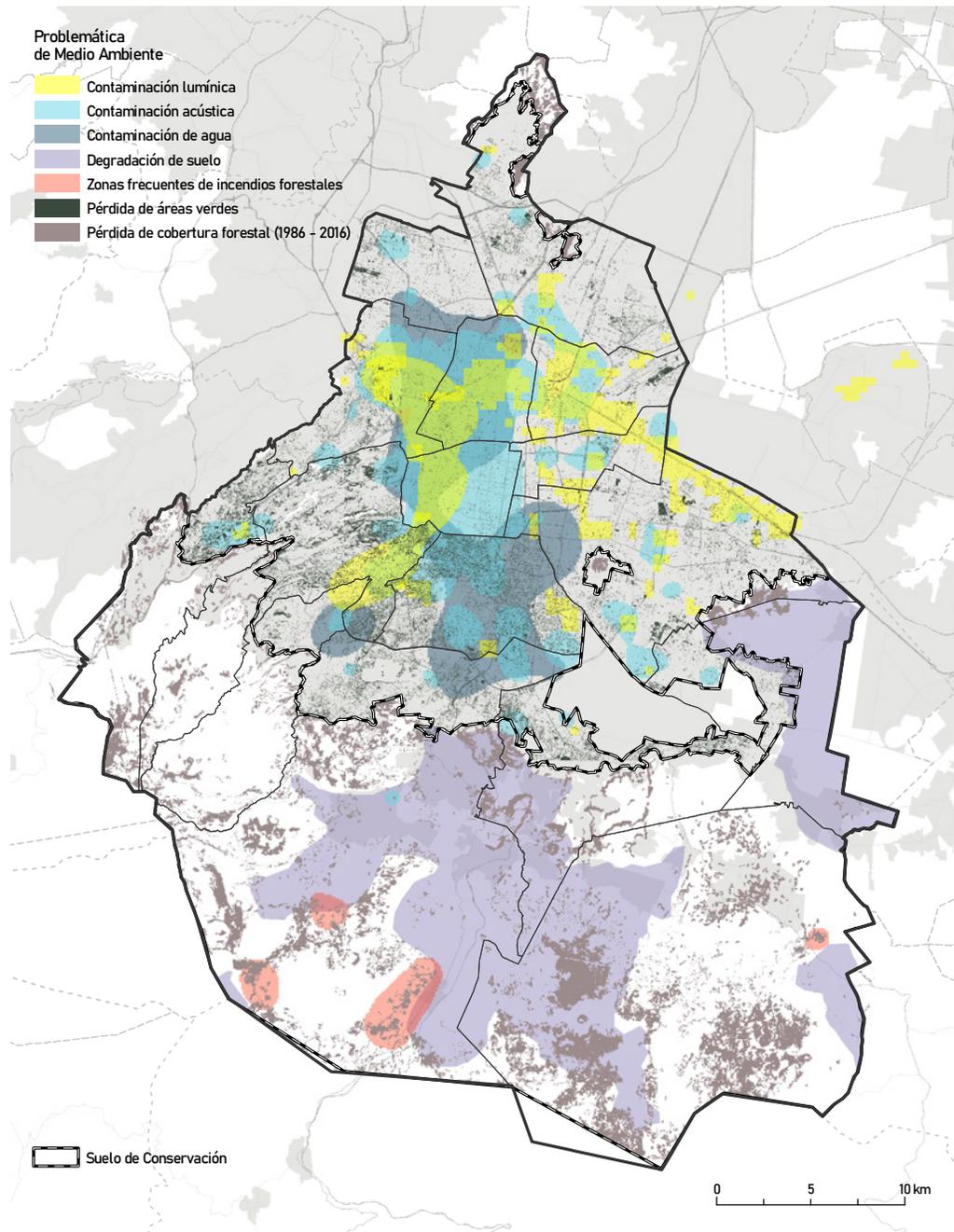
### Contaminación ambiental

Sus principales problemáticas son:

- a. Erosión hídrica y eólica
- b. Sobrepastoreo y actividades agrícolas
- c. Uso de agroquímicos y malas prácticas agrícolas
- d. Descargas residuales puntuales y difusas
- e. Gestión inadecuada de residuos
- f. Fuentes contaminantes como son móviles (vehículos pesados), la industria alimentaria e industria de la construcción
- g. Instalaciones industriales y comerciales con iluminación nocturna excesiva
- h. El crecimiento poblacional (residentes y población flotante)
- i. El incremento de la capacidad adquisitiva (expresado como generación del Producto Interno Bruto per cápita)
- j. Las tecnologías (expresadas como niveles de inversión industrial y lo avanzado o no de las tecnologías que se incorporan en la industria)
- k. La falta de internalización de los costos reales que provoca el manejo de los residuos por parte de los generadores (expresada por la ausencia o insuficiencia del pago de los servicios de manejo de los residuos).

A continuación, se visualiza espacialmente (Mapa 7) la integración de las principales problemáticas de la materia de relevancia estratégica de Medio Ambiente.

**Mapa 7.** Síntesis de la problemática de Medio Ambiente 2020



**Fuente:** PAOT (2020). Sistema de Información del Patrimonio Ambiental y Urbano de la CDMX. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. PAOT. 2020. Disponible en: <http://189.204.244.143:8008/mapguide/sig/siginterno.php>. CONAFOR. Serie histórica anual de incendios 2010 a 2017. Comisión Nacional Forestal. México. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incendios-forestales>. CentroGEO. (2020). Kerneles de densidad de las denuncias de contaminación lumínica, contaminación acústica, agua y suelo. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020. CentroGEO. (2020). Cambio de la cobertura forestal 1986-2016. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. México. CentroGEO. 2020..