Índice de Biodiversidad Urbana Ciudad de León, Guanajuato 2020



Foto: Teresa Zamorano Sámano

León Ciudad de Primera

implan

Dirección General de Medio Ambiente

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de: Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania



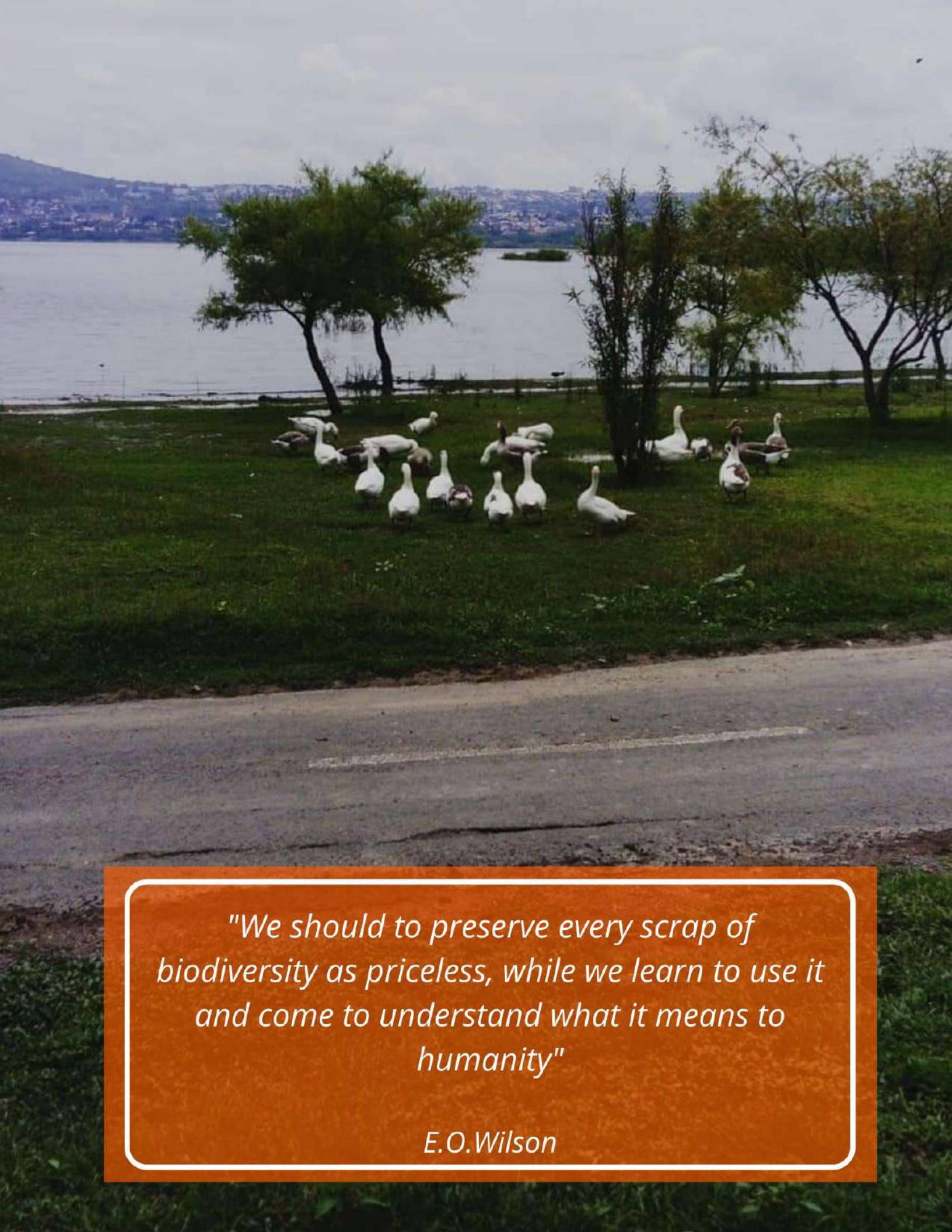
Presentación

El Índice de Biodiversidad Urbana (IBU) es una herramienta que se ha aplicado hasta ahora, por casi 50 ciudades en el mundo, que tiene por objetivo asistir a las autoridades locales para evaluar y monitorear sus esfuerzos y el progreso que tienen en la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad urbana.

La Ciudad de León, es la segunda ciudad en México en desarrollar el IBU, considerando a este como un proyecto prioritario dentro de la planeación territorial del municipio, y parte de la estrategia que se plantea para afrontar el cambio climático.

Este documento integra el perfil de la ciudad y el desarrollo de 30 indicadores que miden la biodiversidad nativa, los servicios ecosistémicos y la gobernanza y administración de la biodiversidad en la Ciudad.





"We should to preserve every scrap of biodiversity as priceless, while we learn to use it and come to understand what it means to humanity"

E.O.Wilson

Equipo consultor

Coordinadores

M. en GIC. Milágros Córdova Athanasiadis

Dr. Óscar Ricardo García Rubio

Biól. María Teresa Zamorano Sámano

Instituto Municipal de Planeación

Arq. Graciela de la Luz Amaro Hernández
Directora General

Arq. María Elena Castro Cárdenas
Subdirectora General

Biól. Jaime Samperio Vázquez
Director de Desarrollo Sustentable

Ing. Juan Eduardo Reyes Morales
Profesionista en Análisis Ambiental

Ing. Alma Nallely Cantú Sánchez
Profesionista en Planeación y Diseño Ambiental

Ing. Cecilia Carolina Terán Ramírez
Técnico Ambiental

Dirección General de Medio Ambiente Ayuntamiento León

Biól. María del Cármen Mejía Alba
Directora General de Medio Ambiente

Ing. María Teresa González Rodríguez
Directora de Gobernanza Ambiental

Ing. Emilio Vargas Colmenero
Directora de Recursos Naturales

C. Alejandra P. Marquez de la Torre
Coordinadora de la Conservación de Recursos Naturales

Arq. Daniel Ubaldo Betancour Ramírez
Coordinador del Espacio Público e Infraestructura Sustentable

Instituciones participantes

Parque Metropolitano de León
Ing. Germán Enríquez Flores
Director General

Parque Zoológico de León
Lic. Rubén David Rocha
Director General

Agradecimientos

GIZ. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
Programa de Protección del Clima en la Política Urbana de México (Ciclim)

Xóchitl Cantellano Ocón
Coordinadora ejecutiva

Claudia P. Hernández Barrios
Asesora Principal de Componentes de Servicios Ecosistémicos

Javier Orlando Avilés Sayas
Asesor Morelia, Tlaquepaque y León

Dirección General de Medio Ambiente de Toluca

Mtra. Karina Ávila
Directora General

A los parques,Jardines, cementerios, fraccionamientos residenciales y los habitantes de la Cd. de León por permitir el acceso en estas áreas y su participación en la realización del estudio

Índice

Antecedentes 1

Justificación 2

Marco global 5

Marco Nacional 9

Marco Estatal 10

Marco Municipal 12

Índice de Biodiversidad Urbana (IBU) 14

Metodología del IBU 18

Resumen 19

Resumen ejecutivo 20

Resultados del IBU por componente 21

Componente Biodiversidad nativa. 21

Componente Servicios Ecosistémicos 22

Componente Gobernanza y administración 22

Perfil de la Ciudad 25

Contexto regional 26

Contexto municipal 27

La Ciudad de León 29

Localización y tamaño 29

Características físicas de la Ciudad 29

Características socioeconómicas 33

Uso del suelo y vegetación 36

Áreas verdes urbanas 37

Biodiversidad 39

Administración de la biodiversidad 48

Índice

Indicadores de biodiversidad nativa 50

Indicador 1. Proporción de Áreas Naturales 51

Indicador 2. Medidas de conectividad ecológica 55

Indicador 3. Especies de aves nativas en zonas urbanas 59

Indicadores 4. Cambio en el número de especies de plantas vasculares nativas 61

Indicador 5. Cambio en el número de especies de Aves nativas 64

Indicador 6a. Cambio en el número de especies de polinizadores- Mariposas nativas 66

Indicador 6b. Cambio en el número de especies nativas de Polinizadores- Abejas y avispas .. 69

Indicador 7. Cambio en el número de especies nativas de Anfibios y Reptiles 71

Indicador 8. Cambio en el número de especies nativas de mamíferos 74

Indicador 9. Proporción de áreas naturales protegidas 76

Indicador 10. Especies invasoras 77

Indicadores de servicios ecosistémicos 80

Indicador 11. Regulación de la cantidad de agua 81

Indicador 12. Regulación climática. Captura de carbono y efecto de enfriamiento de la vegetación 84

Indicador 13. Servicios recreativos y educativos. Accesibilidad a las Áreas verdes y áreas naturales 86

Indicador 14. Servicios recreativos y educativos. Número de visitas formales educativas por niño menor de 16 años, a parques y áreas naturales al año 88

Indicadores de gobernanza y administración de la biodiversidad 89

Indicador 15. Presupuesto destinado a la biodiversidad 90

Indicador 16. Número de proyectos de biodiversidad aplicados por la Ciudad al Año 91

Indicador 17. Políticas, normas y reglamentos- existencia de una Estrategia de Biodiversidad Local y Plan de Acción 92

Indicador 18. Capacidad institucional. Número de funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad 94

Índice

Indicador 19. Capacidad institucional. Número de agencias de gobierno local en cooperación interinstitucional, involucradas en cuestiones de diversidad biológica 95

Indicador 20. Participación y asociación. Existencia y estado de los procesos de consulta pública formales o informales referentes a cuestiones relacionadas con la biodiversidad 97

Indicador 21. Participación y asociación de instituciones no- municipales en proyectos de Biodiversidad en la Ciudad 99

Indicador 22. Educación y sensibilización. Inclusión de temas de biodiversidad en la educación formal 101

Indicador 23. Educación y sensibilización. Eventos de extensión o de concientización como parte de la educación informal 103

Nuevos indicadores del IBU 104

Indicador 24a. Restauración de hábitats. Proporción de hábitats restaurados, mejorados o creados 105

Indicador 24b. Restauración de hábitats. Tipos de hábitats restaurados 107

Indicador 25. Biodiversidad y Salud. Accesibilidad a los parques 109

Indicador 26a. Cambio climático. Promedio de árboles plantados anualmente/ 1000 habitantes 110

Indicador 26b. Cambio climático. Existencia de medidas políticas que impliquen soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático 111

Indicador 27. Incentivos para la implementación de infraestructura verde: techos verdes y jardines verticales 113

Indicador 28a. Ciencia ciudadana. Proyectos de biodiversidad en donde exista intervención ciudadana durante un año 114

Indicador 28b. Ciencia ciudadana. Número de ciudadanos científicos 115

Indicador 29. Manejo de áreas verdes. Existencia de planes y su estado de operatividad 116

Indicador 30. Evaluación del capital natural. 117

Conclusiones y recomendaciones generales 118

Conclusiones y recomendaciones generales para el seguimiento del IBU en la Cd. de León. 119

Conclusiones y recomendaciones generales para la adecuación del IBU 121

Referencias 122



Antecedentes

Justificación

A medida que más y más personas prefieren vivir en las ciudades alrededor del mundo, también crecen las áreas urbanas, ocasionando impactos sobre distintos patrones y procesos ecológicos (Figura 1).

En los hábitats nativos, el cambio de uso del suelo que ocurre a consecuencia de la urbanización y de la demanda de recursos, los destruye, fragmenta o degrada, impactando también a la biodiversidad que estos sustentan.

La reducción de la diversidad biológica, disminuye la capacidad de los ecosistemas para capturar recursos esenciales, producir biomasa y mantener procesos ecológicos como el ciclo de nutrientes (Cardinale *et al.,* 2012). Asimismo, tiene consecuencias para el bienestar humano, reduciendo los beneficios que las personas pueden obtener de la naturaleza a nivel individual y comunitario (Brown y Grant, 2005).

Recientes estudios han demostrado que, en algunas Ciudades, los espacios verdes urbanos pueden sostener significativos niveles de biodiversidad (Chapin *et al.,* 2000; CBD, 2012; Montoya, 2016); pudiendo ser importantes tanto para la conservación de especies nativas que incluso pueden estar bajo alguna categoría de amenaza (De Juana Aranzana, 2015); como para la provisión de servicios ecosistémicos urbanos (TEEB, 2011; Sieber y Pons, 2015).

El conocimiento y la protección de la **Biodiversidad urbana** y su integración dentro de la planificación territorial, resulta un tema de relevancia para promover Ciudades sostenibles (GIZ, 2018), y para que estas puedan afrontar los diversos cambios implícitos dentro de la dinámica local y global, así como para procurar la calidad de vida en general de la población que vive en las urbes.

El primer acercamiento que tienen las personas con la biodiversidad ocurre en los lugares en donde viven; en las Ciudades, esto es en las áreas verdes públicas y/o privadas (Nylon *et al.,* 2017). Por ello, la planeación y la política urbana en la gestión de las áreas verdes tiene una influencia potencial sobre cómo las personas y las comunidades se relacionan y entienden a la biodiversidad, así como también en su interés por apoyar a proyectos de conservación tanto en la Ciudad, como en las áreas periurbanas (Dearborn y Kark, 2010).

Actualmente, existen diferentes estrategias para incorporar el tema de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que esta provee en el medio urbano. En este contexto, se han desarrollado herramientas para evaluar la condición que presentan las Ciudades, siendo el **Índice de Biodiversidad Urbana (IBU)**, una de las más utilizadas, y objeto de desarrollo del presente estudio, aplicado para la Ciudad de León, en el Estado de Guanajuato, México.

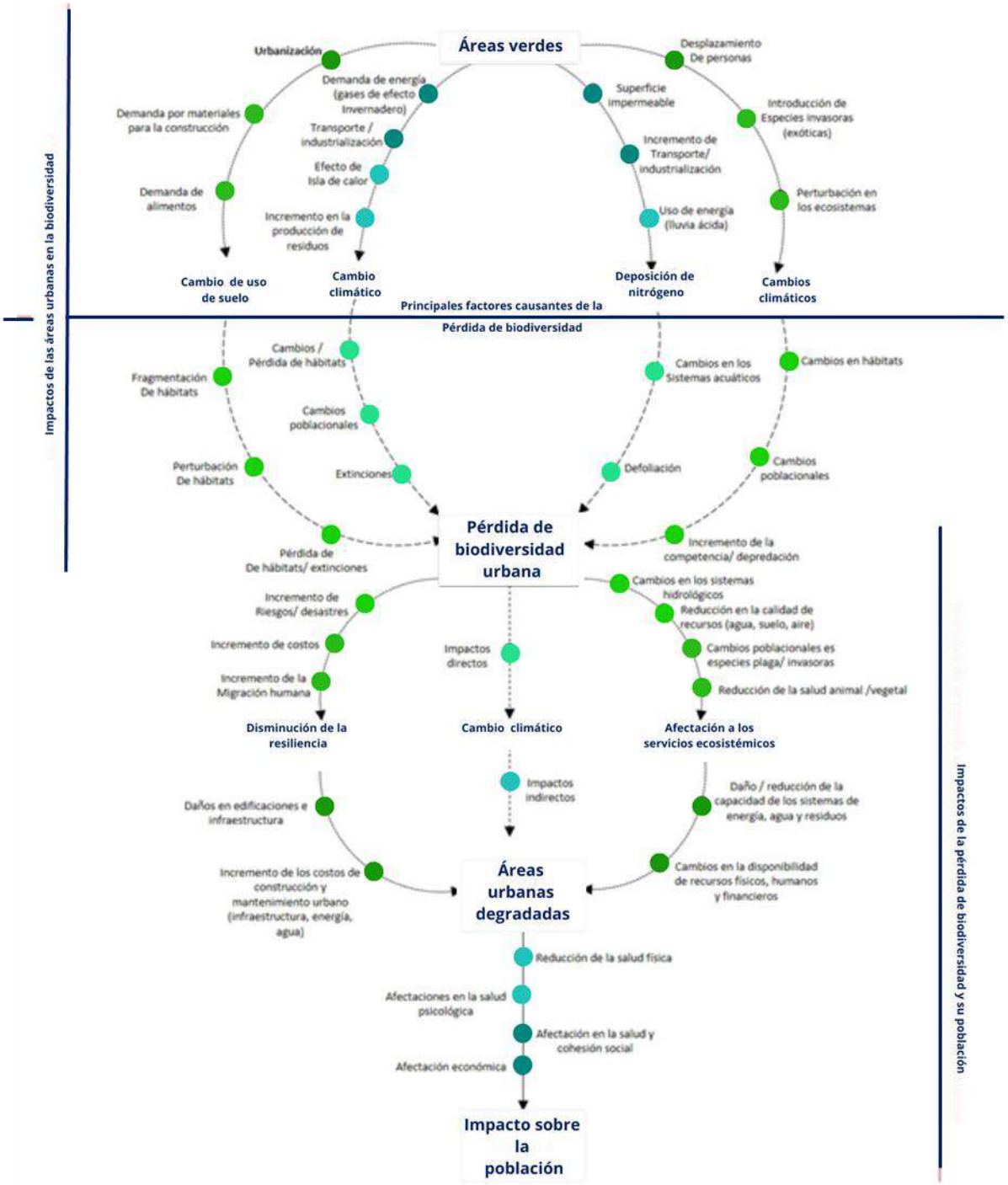


Figura 1. Impactos de la pérdida de la biodiversidad en las Ciudades y su gente. Tomado y modificado de: Zari M.P. 2018. The importance of urban biodiversity- an ecosystem services approach. Biodiversity Int. 2(4): 357-360



La Ciudad de León, concentra al conglomerado urbano y demográfico más grande del Estado de Guanajuato, y junto con Silao, conforma la sexta zona metropolitana más grande del país, concentrando aproximadamente 1,757, 811 habitantes (INEGI, 2015).

La concentración de diversas actividades económicas y administrativas, aunado a su conectividad, ha conllevado a que la Ciudad se consolide como uno de los principales polos urbanos, comerciales y de servicios de la región centro- occidente del país.

Ello también ha promovido su crecimiento en las últimas décadas, lo que ha conducido a un alto grado de desarrollo urbano y económico, pero también ha suscitado diferentes problemáticas con un alto costo ambiental.

Es de relevante mención que, a nivel nacional, el municipio de León se distingue por ser uno de los pioneros en lo que respecta a la planificación territorial, siendo el primero en crear un Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), en 1994.

Dentro de los distintos esfuerzos que el municipio y el IMPLAN han llevado a cabo en busca de una mejor planeación territorial que conlleve a la sustentabilidad de León, ha dispuesto la realización del Índice de Biodiversidad Urbana, como herramienta que le permita evaluar y monitorear distintos parámetros e indicadores a lo largo del tiempo, que contribuyan a la conservación de la diversidad biológica en la Ciudad, así como al desarrollo y reforzamiento de políticas y figuras administrativas responsables de mantener estas condiciones en el sistema urbano.

Marco global

En el contexto global, El **Convenio sobre la Diversidad Biológica** (CBD, 1992), firmado por México (en vigor 1993) en el marco de la "Cumbre de la Tierra", en Río de Janeiro, es el acuerdo más importante en el que se establece el compromiso de la comunidad global en la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de sus componentes.

Derivado de este acuerdo, se han elaborado diferentes documentos enfocados a diferentes temáticas específicas sobre la biodiversidad; entre los que destacan para el ámbito urbano (Zorrilla- Ramos *et al.,* 2016):

Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020

El cual es un marco de acción global que debe ser evaluado en este año, en el que los países se comprometen a proteger la biodiversidad y mejorar los beneficios que ésta proporciona para el bienestar de las personas. Está conformado por una visión, una misión y 20 metas globales (denominadas ***Metas Aichi***) que se agrupan en cinco objetivos estratégicos (CBD, 2010). Si bien dentro de este Plan, no se hace referencia específica sobre la Biodiversidad urbana, existe una vinculación con la mayor parte de las metas Aichi, que aplican para las Ciudades.

Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica (CBD, 2012)

El cual proporciona un resumen de una evaluación a nivel mundial de los vínculos entre la urbanización, la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, presentando diez mensajes clave para fortalecer la conservación y la utilización sostenible de los recursos naturales en el contexto urbano:

1) La urbanización es tanto un desafío como una oportunidad para gestionar los servicios de los ecosistemas a nivel mundial.
2) En las ciudades puede haber rica diversidad biológica.
3) La diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas son un capital natural fundamental.
4) Mantener ecosistemas urbanos en funcionamiento puede mejorar significativamente la salud y el bienestar de los seres humanos.
5) Los servicios de los ecosistemas urbanos y la diversidad biológica pueden ayudar a contribuir a la mitigación y a la adaptación al cambio climático
6) Aumentar la diversidad biológica de los sistemas alimentarios urbanos puede mejorar la seguridad alimentaria y de la nutrición.
7) Los servicios de los ecosistemas deben integrarse a las políticas y a la planificación urbana.
8) La gestión exitosa de la diversidad biológica y de los servicios de los ecosistemas puede basarse en un compromiso a escala múltiple, de sectores múltiples y de múltiples interesados directos.
9) Las ciudades ofrecen oportunidades únicas para aprender y educar hacia un futuro con capacidad de recuperación sostenible.
10) Las ciudades tienen un gran potencial para generar herramientas de innovaciones y gobernanza y, por lo tanto, pueden y deben, tomar la delantera en el desarrollo sostenible.

También destaca el documento de la **Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad**, la cual surgió como una iniciativa civil derivada también de la "Cumbre de la Tierra" en 1992, y retomada por la UNESCO y el Programa Hábitat de las Naciones Unidas (HIC,2004), en donde resalta entre sus disposiciones en el Artículo V: "*Desarrollo urbano equitativo y sustentable",* en el que las ciudades deben desarrollar una planificación, regulación y gestión urbano-ambiental que garantice el equilibrio entre el desarrollo urbano y la protección del patrimonio natural…Asimismo, en su Artículo XVI "*Derecho a un medio ambiente sano y sostenible",* señala que las ciudades deben adoptar medidas para la prevención frente a la contaminación y ocupación del territorio y de las áreas de protección ambiental, incluyendo ahorro energético, gestión y reutilización de residuos, reciclaje, recuperación de vertientes, y ampliación y protección de los espacios verdes.

Otro documento relevante es el elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en la integración de la **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**, que contiene 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) , especialmente el *Objetivo 11*: "*Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*"; en el que abarca varios componentes que afectan la sostenibilidad de las ciudades y regiones, como la vivienda, el transporte, la planificación, el patrimonio cultural y ambiental, la reducción de desastres, el impacto ambiental y los espacios públicos (ONU, 2015).

La **Nueva Agenda Urbana** insta a una planificación urbana y territorial que contemple el aprovechamiento y la protección del patrimonio cultural y natural, que contribuya a aumentar la seguridad humana mediante el fortalecimiento de la capacidad de recuperación ambiental y socioeconómica, la potenciación de la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos, así como la mejora en la gestión de riesgos y peligros naturales y ambientales (ONU- Hábitat 2015).

En 2016 en el marco de la Conferencia de las Partes COP13 se dio a conocer una publicación conjunta de la Secretaría de la CBD, el PNUD, PNUMA, FAO y Banco Mundial titulado "**la diversidad biológica y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"** con el objetivo de dar a conocer de manera más específica cómo es que las metas de Aichi contribuyen en el logro de la Agenda 2030 y los ODS.





La Nueva Agenda ha sido adoptada en Habitat III, ayudando a replantear la forma en como planeamos, administramos y vivimos en nuestras ciudades

Fuente: ONU

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE
#GlobalGoals
UN.ORG/SUSTAINABLEDEVELOPMENT/ES
JUNTOS MÁS ALLÁ DE H III HABITAT III

Marco Nacional

A nivel nacional la **Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y su Plan de Acción 2016-2030**, es un documento guía que presenta los principales elementos para conservar, restaurar y manejar sustentablemente la biodiversidad y los servicios que proveen los ecosistemas en el corto, mediano y largo plazo. Se integra por seis ejes estratégicos y 24 líneas de acción, mismas que se han diseñado en vinculación con las Metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CONABIO, 2016). En particular se tocan explícitamente acciones para la biodiversidad urbana (Zorrilla-Ramos *et al.,* 2016):

Eje 2. Conservación y restauración:

Línea de Acción 2.1 Conservación *in situ*

- 2.1.9 Promover la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas.
- 2.1.14 Promover y adecuar conocimientos y prácticas tradicionales exitosas que contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

Línea de Acción 2.3 Restauración se ecosistemas degradados.

- 2.3.5 Establecer programas de restauración y rehabilitación en áreas verdes dentro de zonas urbanas y periurbanas.

Eje 4. Atención a los factores de presión.

Línea de Acción 4.7 Uso ordenado del territorio y desarrollo urbano sustentable

- 4.7.1 Diseñar e implementar estrategias de desarrollo territorial sustentable adecuadas a las megalópolis, ciudades intermedias, pequeñas y nuevos asentamientos humanos y su infraestructura asociada.
- 4.7.2 Promover dentro de las ciudades el uso eficiente y sustentable de insumos y servicios.
- 4.7.3 Desarrollar e implementar políticas y estrategias para contar con vías de comunicación y sistemas de transporte sustentable.
- 4.7.5 Fortalecer y mejorar los programas de protección de ecosistemas naturales remanentes en áreas urbanas y periurbanas.

Si bien en el país aún no existe como tal una Agenda para la Biodiversidad Urbana, existen diferentes instrumentos normativos, y de planeación que incorporan el concepto dentro del marco de sus disposiciones. Al respecto, el *Documento de posición y Hoja ruta en materia de Biodiversidad Urbana en el contexto mexicano* (Zorrilla- Ramos *et al.,* 2016), propone ejes estratégicos y líneas de acción, que, abordados en diferentes etapas, permitan generar las condiciones institucionales y sociales para integrar una agenda de Biodiversidad urbana en México.

Marco Estatal

En el Estado de Guanajuato, existen diferentes instrumentos normativos, así como documentos que reconocen la relevancia de la biodiversidad dentro de los procesos de planeación territorial y desarrollo urbano.

En 2012, se publica el libro ***Biodiversidad de Guanajuato: Estudio de Estado***, en donde se presenta una compilación de información sobre el conocimiento y la situación de la biodiversidad en el Estado de Guanajuato hasta ese momento (CONABIO, 2012).

En 2013, se publica en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, El *Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato* (instrumento actualizado en 2018); convirtiéndose en el primer ordenamiento jurídico de ámbito estatal en el país, que integra el Ordenamiento Ecológico, el Ordenamiento Territorial y el Desarrollo Urbano, y que considera al primero como base para el desarrollo estatal.

Sustentado en el anterior, en 2014 se publica el **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET)**(P.O., 2014), como marco rector de la planeación estatal y en el que se integraron medidas para la protección y conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, "priorizando" estas dentro de los esquemas de desarrollo urbano.

En 2015, se publica la **Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad de Guanajuato** (ECUSBEG) (CONABIO y IEEG, 2015), con un diagnóstico extensivo del estado actual y la problemática que presenta la biodiversidad estatal, identificándose diferentes acciones, propuestas bajo una visión para el año 2030, en el que se buscan atender los temas prioritarios en la materia. Se estructura en siete ejes estratégicos: 1) Investigación y conocimiento; 2) marco legal e institucional; 3) cultura y educación; 4) protección, conservación y restauración; 5) uso sustentable; 6) gobernanza y 7) atención a las amenazas de la biodiversidad. Aunque el concepto de biodiversidad urbana no se contempla en el documento, existen acciones dentro de la ECUSBEG que aplican para esta aproximación en áreas urbanas.

Derivado de las modificaciones de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), en donde se introducen nuevos conceptos, entre los que se destacan disposiciones concretas para fortalecer la biodiversidad urbana (D.O.F., 2016); se realizan modificaciones de los instrumentos normativos estatales, entre los que se encuentra el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato (P.O., 2018).

Asimismo, se actualiza el **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET, P.O 2019)**; siendo relevante que, en el mismo, se incluyen y vinculan las Metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con las estrategias planteadas en el PEDUOET, particularmente las enfocadas al desarrollo urbano.



Marco Municipal

En León, el principal antecedente enfocado a atender la problemática y la conservación de la biodiversidad en general en el municipio, y en particular en la zona urbana, es el **Plan de Ordenamiento Territorial y Ecológico (POTE)** (IMPLAN, 2009). Dentro de este instrumento, se visualiza la conservación de los ecosistemas y los servicios que proveen, como un ámbito de acción transversal para promover un desarrollo integral y ordenado del municipio. Dentro de las políticas sectoriales identificadas, que atañen a la atender a la Biodiversidad urbana, se considera la creación de un *Sistema de Parques Metropolitanos* como un objetivo necesario a implementar dentro de la zona urbana. Asimismo, resalta la política de *Fortalecimiento de Manejo de la Cuenca Alta del Municipio*, al identificar a ésta como área de alta prioridad, para mantener la estabilidad municipal, principalmente de la Cd. de León, así como para preservar la diversidad biológica y cultural del municipio y la oferta de bienes y servicios ambientales.

Bajo el sustento del POTE, el IMPLAN ha desarrollado diversos estudios enfocados a atender las políticas anteriormente descritas, entre los que destacan: Los *Planes de Manejo para 16 microcuencas de la zona norte de León* (IMPLAN, 2010; 2012a; 2012b; 2014a); El *Plan Maestro de Parques Lineales* (IMPLAN, 2011); El *Plan Maestro del Parque Metropolitano de León* (IMPLAN, 2012c); *La Estrategia Integral de Áreas Verdes de la Ciudad de León* (IMPLAN, 2012d); El *Diagnóstico Ambiental del Municipio de León* (IMPLAN, 2013); el estudio de *Las Plantas Silvestres en el Paisaje Urbano del Municipio de León* (IMPLAN, 2014b); *La Ampliación del Área Natural Protegida Sierra de Lobos, en el Municipio de León* (IMPLAN, 2014c); y *El Estudio de Condiciones y Requerimientos de Bioclimatismo en León* (IMPLAN, 2015).

En 2015, se publica el **Plan Municipal de Desarrollo León hacia el futuro, Visión 2040** (P.O., 2015), en el cual se señalan las directrices para orientar la planeación del municipio. En este documento, dentro de la Línea Estratégica Desarrollo Sustentable 2040, se plantea como estrategia la consolidación y recuperación de espacios naturales y áreas vedes; la protección y creación de corredores biológicos y la recuperación de la cubierta vegetal, con énfasis en la reforestación de zonas urbanas con especies nativas.

Considerando el anterior, y las disposiciones señaladas en el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, así como lo estipulado en el PEDUOET; se actualiza el POTE y se publica el **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial de León** (PMDUOET 2015) (P.O, 2015). Dentro del Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio, como estrategias particulares el PMDUOET 2015 se plantea la Conservación de zonas con valor natural y ecológico, con la finalidad de incrementar la superficie de conservación, y preservar las comunidades de especies nativas, contemplando también aquellas zonas ubicadas dentro del contexto urbano.

Derivado del PMDUOET se impulsaron estudios como la Creación y Plan de Manejo de un Área Natural Protegida Municipal; La Implementación de los Planes de Manejo de Microcuencas (IMPLAN, 2017a); el Programa de Parques Lineales con Anteproyectos (2017b); y la Actualización del Atlas de Riesgos de León (IMPLAN, 2017c y 2018).

Con la actualización de la legislación estatal y el PEDUOET 2040 (IPLANEG, 2019); en 2019 se inició la actualización de instrumentos locales, como el **Plan Municipal de Desarrollo León hacia el Futuro, Visión 2045 y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial** (En proceso de publicación).

Dentro del Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio se plantea como **Estrategia para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, sobre la cual se sustenta como proyecto prioritario la Determinación y Seguimiento del Índice de Biodiversidad Urbana** de la Cd. de León.

Índice de Biodiversidad Urbana



Índice de Biodiversidad Urbana (IBU)

En la Conferencia de las partes COP-9 (2008), se reconoció el papel que las ciudades y las autoridades locales tienen para establecer estrategias y acciones para revertir la pérdida de la biodiversidad y para implementar el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Asimismo, se reconoció la falta de mecanismos para evaluar el estado de la biodiversidad y su administración en las áreas urbanas.

En este mismo evento, la Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, en asociación con el Gobierno de Singapur (Junta de Parques Nacionales) y de representantes de diferentes países, acordaron realizar una serie de reuniones de expertos, llevadas a cabo de 2009 a 2011 para desarrollar un índice de biodiversidad para ciudades.

Como resultado se propuso el **"Índice de Singapur sobre biodiversidad de las ciudades (SI)" o "Índice de Biodiversidad Urbana"**, el cual se ha planteado como una herramienta de autoevaluación para que las ciudades, evalúen y supervisen sus esfuerzos locales para la conservación de la biodiversidad, de acuerdo a sus propias líneas base. Para el desarrollo del IBU en la Ciudad de León se adoptarán las siguientes definiciones:

La ***Biodiversidad Urbana*** se define como la variedad y riqueza de organismos vivos y la diversidad de ecosistemas encontrados dentro y en las periferias de las ciudades, en dónde las sociedades humanas configuran el territorio y, por lo tanto, establecen los hábitats y las condiciones para la supervivencia de estas formas de vida (CBD,2012).

Ecosistema urbano. Cualquier sistema ecológico ubicado dentro de una ciudad o zona urbanizada, que, al igual que todos los ecosistemas, presenta un componente biológico (ensamblaje de plantas, animales, hongos, etc.); y físico (suelo, clima, agua). Estos componentes interactúan entre sí dentro de un área específica. Los ejemplos de ecosistemas urbanos son: jardines y parques (incluye campos de golf o patios de juegos), bosques urbanos (con mayor densidad arbórea que un parque), suelos cultivados (plantaciones, viveros) y humedales (cuerpos de agua, pantanos) (GIZ, 2018).

Los ***servicios ecosistémicos urbanos*** son los beneficios directos que los seres humanos obtienen de los componentes naturales del ecosistema urbano (TEEB, 2011). Estos pueden ser clasificados según el tipo de beneficio que ofrezcan en 1) servicios de provisión; 2) servicios de regulación; 3) servicios culturales; y 4) servicios de soporte. Entre los servicios ecosistémicos relevantes para las ciudades se encuentran (GIZ, 2018; TEEB, 2011):



Filtración del aire

La vegetación filtra contaminantes y partículas de aire.



Tratamiento de aguas residuales

Las plantas y animales de suelos y humedales pueden asimilar contaminantes y reducir la velocidad del flujo de las aguas residuales.



Regulación climática

La vegetación regula la temperatura reduce el efecto de isla de calor.



Polinización

Este es un servicio esencial que proveen los animales y el viento, y que ayuda a mantener la biomasa vegetal de cualquier ecosistema.



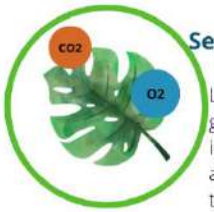
Reducción del ruido

La vegetación y el suelo pueden amortiguar o reducir la contaminación por ruido



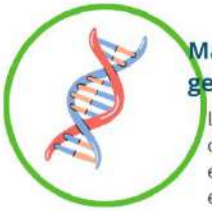
Hábitats para las especies

Los ecosistemas urbanos pueden proveer todo lo que un organismo necesite para sobrevivir: alimento, agua y refugio.



Secuestro y fijación de carbono

La vegetación regula el clima global, absorbiendo gases invernadero de la atmósfera y almacenando carbono en sus tejidos.



Mantenimiento de la diversidad genética

La diversidad genética es la variedad de genes entre distintas especies y entre la población de una misma especie. Los viveros urbanos y los zoológicos son resguardos genéticos.



Drenaje del agua de lluvia

Los ecosistemas urbanos incrementan la superficie permeable, regulando la escorrentía urbana.



Salud mental y física

Proporciona áreas para jugar, hacer ejercicio y descansar, impactando la salud en general de las personas.



Reducción de riesgos

Los ecosistemas ayudan a crear barreras contra desastres naturales, reduciendo o previniendo problemas derivados de estos eventos (inundaciones,deslizamientos, etc).



Valores recreativos y culturales

Todos los ecosistemas proporcionan valores estéticos y culturales a la ciudad y dan estructura a su paisaje.

Especies nativas:

También denominadas autóctonas, son aquellas que pertenecen a una región o ecosistema determinado, cuya presencia es el resultado de relaciones evolutivas y ecológicas sin intervención humana. Están bien adaptadas a las condiciones locales.

Especies exóticas:

Aquellas que han sido introducidas, fuera de su área de distribución original. Algunas pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.

Especies invasoras:

Especies que, por nuevas condiciones creadas en su ambiente, aumentan su población y distribución geográfica. Son especies de gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas. En general, causan daños al ambiente, a la economía y a la salud del ecosistema incluido el ser humano. Se consideran la segunda causa de extinción de especies, después de la pérdida de hábitat.

Metodología del IBU

Metodológicamente, el Índice de Biodiversidad Urbana comprende dos partes:

1) El Perfil de la Ciudad, provee información de base sobre la Ciudad, caracterizándola y aportando datos para entender la biodiversidad que sustenta o que tiene potencial de presentar.
2) El desarrollo de 23 indicadores que miden la biodiversidad nativa, los servicios de los ecosistemas y la gestión local.

A cada indicador se le asigna una ponderación que va de rangos de cero a cuatro puntos, según sea la proporción que presente de algún parámetro. Los datos y rangos para cada indicador, ya vienen predefinidos en el IBU. La puntuación máxima posible es de 92 puntos.

El año en el que una Ciudad elabore por primera vez su IBU, se tomará como referencia para sus aplicaciones futuras.

Recientemente, se han propuesto siete nuevos indicadores como complemento a los anteriores, cuyas medidas de evaluación y ponderaciones aún siguen en discusión por parte del grupo de especialistas que técnicamente son responsables del IBU.

Es de resaltar que este esta es una herramienta que requiere de ser evaluada continuamente en un intervalo de tiempo a corto (3 años) o mediano plazo (5 años) que permita valorar el desempeño y los esfuerzos implementados por la Ciudad en materia de conservación y gestión de la biodiversidad urbana.

Este índice también sirve como un medio para generar consciencia entre la población de la Ciudad, no solamente a través de su difusión y conocimiento, sino también desarrollando estrategias para que la gente se involucre en su monitoreo y en el diseño y seguimiento de las estrategias para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.



Resumen

Resumen ejecutivo

La Ciudad de León, es la cabecera del Municipio de León, ubicado en el Estado de Guanajuato; y pertenece a una región del centro- occidente del territorio mexicano, denominada como *El Bajío mexicano*. Biológicamente *el Bajío* se caracteriza por su vegetación xerófila, con altos niveles de endemismo. Regionalmente también se concibe como un importante "Centro Logístico de México", al ser un corredor industrial y ruta comercial que conecta al norte y al sur del país; y que concentra grandes conglomerados urbanos.

La dinámica regional, aunado al incremento poblacional, han conducido a una rápida expansión de la mancha urbana de León, que actualmente tiene una superficie de 23,083 hectáreas, que representan el 18% del área municipal.

El municipio tiene una población de 1,578,626 habitantes, siendo el cuarto más poblado del país, y el primero a nivel estatal. En la Ciudad, reside el 86.2% de la población municipal, concentrada en 52 localidades.

Resultados del IBU por componente

Para algunos indicadores se consideró pertinente realizar el análisis tanto a escala municipal como de la Ciudad, a fin de tener estas dos perspectivas de intervención.

Componente Biodiversidad nativa.

En cuanto a proporción de áreas naturales, a nivel municipal, hay un alto porcentaje de áreas con ecosistemas naturales, en donde más del 38.17% de la superficie municipal se encuentra conservada bajo algún esquema de protección estatal o municipal como Área Natural Protegida (ANP).

Sin embargo, existe un alto grado de fragmentación de los ecosistemas municipales, siendo la expansión urbana un fuerte factor de presión.

A nivel urbano, la proporción de áreas naturales es muy pobre, pues únicamente el 3.14% de la superficie urbana presenta áreas naturales, siendo que el 2.3% representan a ANP ubicadas dentro de la ciudad. Ello confiere un déficit de espacios naturales dentro de la urbe. Curiosamente, en el análisis de conectividad, se presentó que las áreas naturales urbanas se encuentran a una distancia efectiva que permitiría el flujo ecológico, en donde el sistema de parques lineales presentes en la Ciudad, tienen un papel importante para mantener las redes de conexión.

En cuanto a los indicadores bióticos, se registraron un total de 350 especies de flora y fauna nativas para la Ciudad de León, lo que representa el 45% de la biota del municipio y el 9% de la diversidad biológica del Estado de Guanajuato. De estas, 179 corresponden a plantas vasculares; 73 son aves; 12 especies de reptiles y 8 de anfibios; 15 especies nativas de mamíferos; y dentro del grupo de polinizadores, se encontraron 44 especies de mariposas diurnas, y 17 especies de abejas y avispas.

Componente Servicios Ecosistémicos

En el indicador de Regulación de la cantidad de agua, se encontró que casi el 72% de la superficie municipal presentan zonas con buena permeabilidad; mientras que, en la Ciudad, únicamente el 3.64% de la superficie urbana es permeable.

Respecto a la regulación climática, el análisis se generó únicamente para la zona urbana, resultando el 11.8% de la Ciudad presenta una buena cobertura de copa arbórea, encontrándose una mayor cobertura hacia el poniente de la Ciudad, en algunos fraccionamientos residenciales, y por la mayor distribución de parques públicos y áreas naturales en esa parte de la urbe.

Respecto a la accesibilidad a las áreas verdes, parques y áreas naturales protegidas, se indica que hay aproximadamente 0.754 ha por cada 1000 habitantes en la Ciudad de León.

Componente Gobernanza y administración

El presupuesto anual asignado para temas de Biodiversidad, representa el 1.9% del total del presupuesto de egresos municipales. Existen 43 proyectos relativos a la biodiversidad, algunos de los cuales se encuentran en la etapa de diseño o planeación, y otros se están implementando.

Aunque no existe como tal una denominada "Estrategia de Biodiversidad Local y su Plan de Acción", en el municipio existen distintos marcos normativos y documentales que se consideran una buena base para el planteamiento de una estrategia local.

Existe una buena capacidad institucional local, que implican más de 25 funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad, y la colaboración interinstitucional de varias instancias del gobierno municipal. Asimismo, existe una buena participación y colaboración con instancias no municipales en proyectos de biodiversidad (40 organismos), aunque deben de realizarse más esfuerzos para involucrar a la población a través de proyectos de Ciencia Ciudadana.

Evaluación del Índice

De acuerdo a la ponderación considerada para evaluar los 23 indicadores normalizados del IBU, la Ciudad de León tuvo un total de 44 puntos de 72 puntos posibles (Tabla 1).

Esta ponderación se considera preliminar, dado que algunos indicadores se dejaron señaladas las líneas base, para el futuro seguimiento del índice.

Nuevos indicadores

En el presente se integraron siete nuevos indicadores, que complementan a los anteriores en sus respectivos componentes. Es de señalar que la evaluación de dichos indicadores aún sigue en revisión por las autoridades (The National Parks Board, Singapore) y especialistas competentes del Manual del Índice de Singapur. Fueron considerados en este estudio, a petición de las autoridades municipales, para dejar una base precedente a los mismos, en sus seguimientos y evaluaciones futuras.

El desarrollo del IBU, es parte de la **Estrategia para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático,** asentada en el Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio que plantea la actualización del **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial.**



Tabla 1. Resultados de la evaluación de los 23 indicadores del IBU para la Cd. de León

Indicador	Resultado numérico	Puntuación					Total
		0	1	2	3	4	
1.Proporción de áreas naturales	3.14% de la superficie urbana		1				1
2. Medidas de conectividad	2356.1 ha, de malla efectiva					4	4
3. Aves nativas en zonas urbanas	73 especies					4	4
4. Cambio en plantas vasculares	179 especies nativas	Línea base					
5. Cambio en aves nativas	73 especies nativas	Línea base					
6a. Cambio en polinizadores- mariposas	43 especies nativas (1 migratoria)	Línea base					
6b- Cambio en polinizadores- abejas y avispas	17 especies nativas	Línea base					
7. Cambio en anfibios y reptiles	12 especies nativas de reptiles y 8 especies nativas de anfibios	Línea base					
8. Cambio en mamíferos	15 especies nativas	Línea base					
9.Proporción de ANPs	2.3% de la superficie urbana			2			2
10. Especies invasoras	26 especies de plantas invasoras 27 especies de animales	Línea base					
11. Regulación de la cantidad de agua	3.64% de la Ciudad es permeable		1				1
12. Regulación climática. Efecto de enfriamiento de la vegetación	11.8% del área urbana presenta cobertura de copa		1				1
13. Servicios recreativos y educativos. Accesibilidad a las áreas verdes y áreas naturales	0.75ha de áreas verdes- naturales/ 1000 habitantes de la ciudad				3		3
14. Servicios recreativos y educativos. Número de visitas de niños menores de 16 años a parques	0 visitas	0					0
15. Presupuesto asignado a la biodiversidad	1.8% del presupuesto de egresos municipal		1				1
16. Número de proyectos de biodiversidad/ año	43 proyectos				3		3
17. Políticas, normas, reglamentos. Existencia de una "Estrategia Local de Biodiversidad"	Existen 3 programas de acción				3		3
18. Capacidad institucional. Número de funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad	Más de 25 funciones					4	4
19. Capacidad institucional. Número de agencias de gobierno local en cooperación interinstitucional con la biodiversidad	Al menos 5 agencias locales cooperan en asuntos de biodiversidad					4	4
20. Participación y asociación. Existencia de procesos formales de consulta pública	Existen dos procesos formales de consulta pública establecidos de manera rutinaria					4	4
21. Participación y asociación de instituciones no- municipales en proyectos de biodiversidad	Hay 40 organismos no municipales que participan en proyectos de biodiversidad					4	4
22. Educación y concientización. Inclusión de la biodiversidad en el currículo escolar	Hay inclusión en el currículo escolar de la educación básica en los tres niveles					4	4
23. Educación y concientización. Eventos de extensión	27 eventos en 2019		1				1
Total (72 puntos potenciales)		**Promedio 2.75**					**44**



Perfil de la Ciudad

Contexto regional

La Ciudad de León, es la cabecera del Municipio de León, ubicado en el Estado de Guanajuato. Pertenece a una región del centro- occidente del territorio mexicano, denominada como *El Bajío mexicano*, integrada parcialmente por los Estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, Michoacán y Jalisco.

Esta región geográfica recibe su nombre de su topografía, caracterizada por valles, llanuras y lomeríos. Por su ubicación y conectividad, el *Bajío* se ha consolidado como el "Centro Logístico de México", al ser un importante corredor industrial y ruta comercial que conecta al norte y al sur del país; siendo económicamente la región con mayor crecimiento anual en México. Asimismo, representa un importante corredor urbano con uno de los mayores crecimientos demográficos del país.

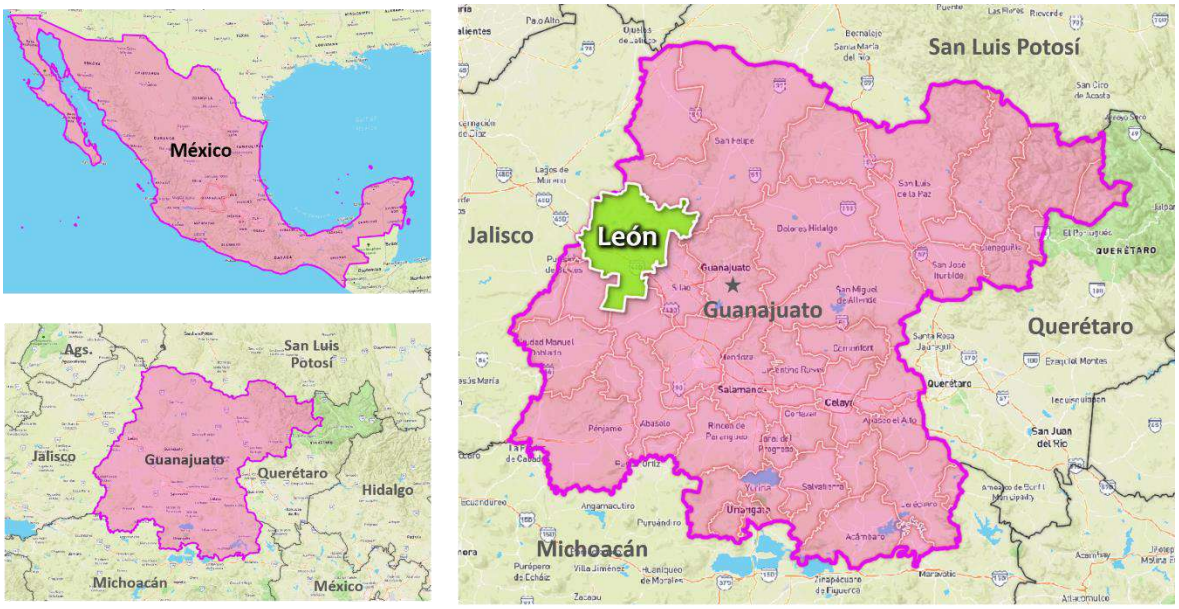


Figura 2. Ubicación espacial de León, en el contexto nacional y regional del Bajío mexicano.

Al ser parte de las urbes del Bajío, la Cd. de León no es ajena a las dinámicas y presiones que presenta toda esta región, y que han conllevado a su rápido crecimiento urbano y demográfico en las últimas décadas.

Contexto municipal

El municipio de León de los Aldama, se ubica al noroeste del Estado de Guanajuato, en las coordenadas 21° 19´48" y 20° 51´36" de latitud norte; y 101° 49´48" y 101° 21´36" de longitud oeste. Tiene una extensión territorial de aproximadamente 128 mil hectáreas, equivalentes al 4.8% de la superficie del estado de Guanajuato.

Colinda al norte con los municipios de San Felipe y Lagos de Moreno (Jalisco); al sur con San Francisco del Rincón y Romita (Guanajuato); al este con Guanajuato y Silao (Guanajuato); y al oeste con Purísima del Rincón (Guanajuato) y Unión de San Antonio (Jalisco).

De acuerdo a sus características ambientales y topográficas, en el municipio se identifican tres zonas geográficas que condicionan la ocupación y aprovechamiento del territorio (PMDUOET, 2015):

Zona Norte. Sierra de Lobos

Es una zona serrana, con relieve accidentado, con una cobertura de vegetación forestal en la que predomina el matorral xerófilo, y los bosques de encino con relictos de selva baja caducifolia y vegetación riparia. Aloja dos áreas naturales protegidas: La Sierra de Lobos de Jurisdicción estatal, y la Patiña, de jurisdicción municipal. Representa el 41% de la superficie municipal. Alberga 135 localidades, en su mayoría rurales y periurbanas.



Figura 3. Zonificación del municipio de León. Zona norte, Sierra de Lobos. Elaboración propia en base al PMDUOET de León (2015)

Zona Centro. Ciudad de León

Es una zona serrana, con relieve accidentado, con una cobertura de vegetación forestal en la que predomina el matorral xerófilo, y los bosques de encino con relictos de selva baja caducifolia y vegetación riparia. Aloja dos áreas naturales protegidas: La Sierra de Lobos de Jurisdicción estatal, y la Patiña, de jurisdicción municipal. Representa el 41% de la superficie municipal. Alberga 135 localidades, en su mayoría rurales y periurbanas.



Zona Sur. Área agrícola

Es una zona serrana, con relieve accidentado, con una cobertura de vegetación forestal en la que predomina el matorral xerófilo, y los bosques de encino con relictos de selva baja caducifolia y vegetación riparia. Aloja dos áreas naturales protegidas: La Sierra de Lobos de Jurisdicción estatal, y la Patiña, de jurisdicción municipal. Representa el 41% de la superficie municipal. Alberga 135 localidades, en su mayoría rurales y periurbanas.

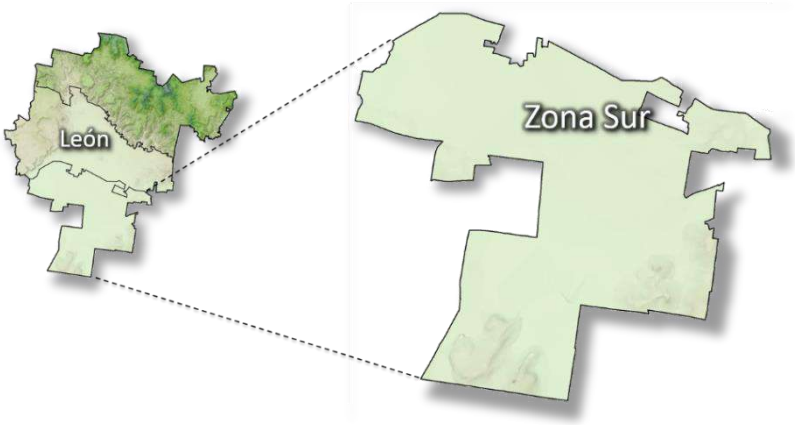


Figura 4. Zonificación del municipio de León. Zona centro. Ciudad de León (arriba) y Zona sur. Área agrícola (abajo). Elaboración propia en base al PMDUOET (2015).

Para los objetivos del Índice de Biodiversidad Urbana se realizará la caracterización de la Ciudad, ubicada en la zona centro, sin dejar de considerar la influencia que las otras zonas puedan tener sobre las condiciones y dinámicas urbanas.

La Ciudad de León

Localización y tamaño

Actualmente, los límites de la Cd. de León se ubican en las coordenadas 21° 13´12" y 21° 24´0" de latitud norte y los 101° 46´48" y 101° 33´36" de longitud oeste. De acuerdo con IMPLAN, la mancha urbana en 2019 cuenta con una superficie de 23,083 hectáreas, equivalentes al 18% del área municipal.

El proceso histórico de transformación urbana en León, se produjo en la década de 1980, cuando deviene de ser una ciudad histórica, a un importante polo comercial a nivel nacional; en donde las condiciones de infraestructura urbana, la gran oferta comercial y de servicios, el flujo migratorio, la alta especulación inmobiliaria, y los altos niveles de consumo local, han conducido el crecimiento urbano de la Cd. de León, que, en los últimos 26 años, de acuerdo a datos cartográficos de IMPLAN, ha incrementado su superficie en un 90% (en 1993 el área urbana era de 12,148 ha, y en 2019 de 23,083 ha). Este crecimiento se ha dado principalmente hacia el norponiente y oriente de la Ciudad.

Características físicas de la Ciudad

La altitud promedio en la que se encuentra la Cd. de León es de 1,800 m.s.n.m. Se ubica en la influencia de dos provincias fisiográficas (Figura 5):

- El 65% de la Ciudad (centro- oriente) se ubica en la Provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, y en la subprovincia Bajío Guanajuatense. Esta zona se caracteriza por ser una llanura aluvial, con un terreno plano de pendientes menores a 3°, con suelos aluviales de tipo *Phaeozem haplico* y *Vertisol pelico*.
- El otro 35% de la Ciudad (al poniente) se ubica en la Provincia fisiográfica de Mesa del Centro, y la Subprovincia Valles paralelos del suroeste de la Sierra de Guanajuato. Se distingue por presentar mesetas, con algunos valles aluviales, formadas por rocas volcánicas predominantemente basálticas, y con suelo *Vertisol pelico*.

El crecimiento de la mancha urbana se ve limitado hacia el norte, no solamente por los límites que representan las Áreas Naturales Protegidas, Sierra de Lobos (estatal) y La Patiña (municipal), sino también por una zona de inestabilidad de laderas, al noroeste de la ciudad, que representan un riesgo geológico para los asentamientos ubicados dentro del área de influencia.

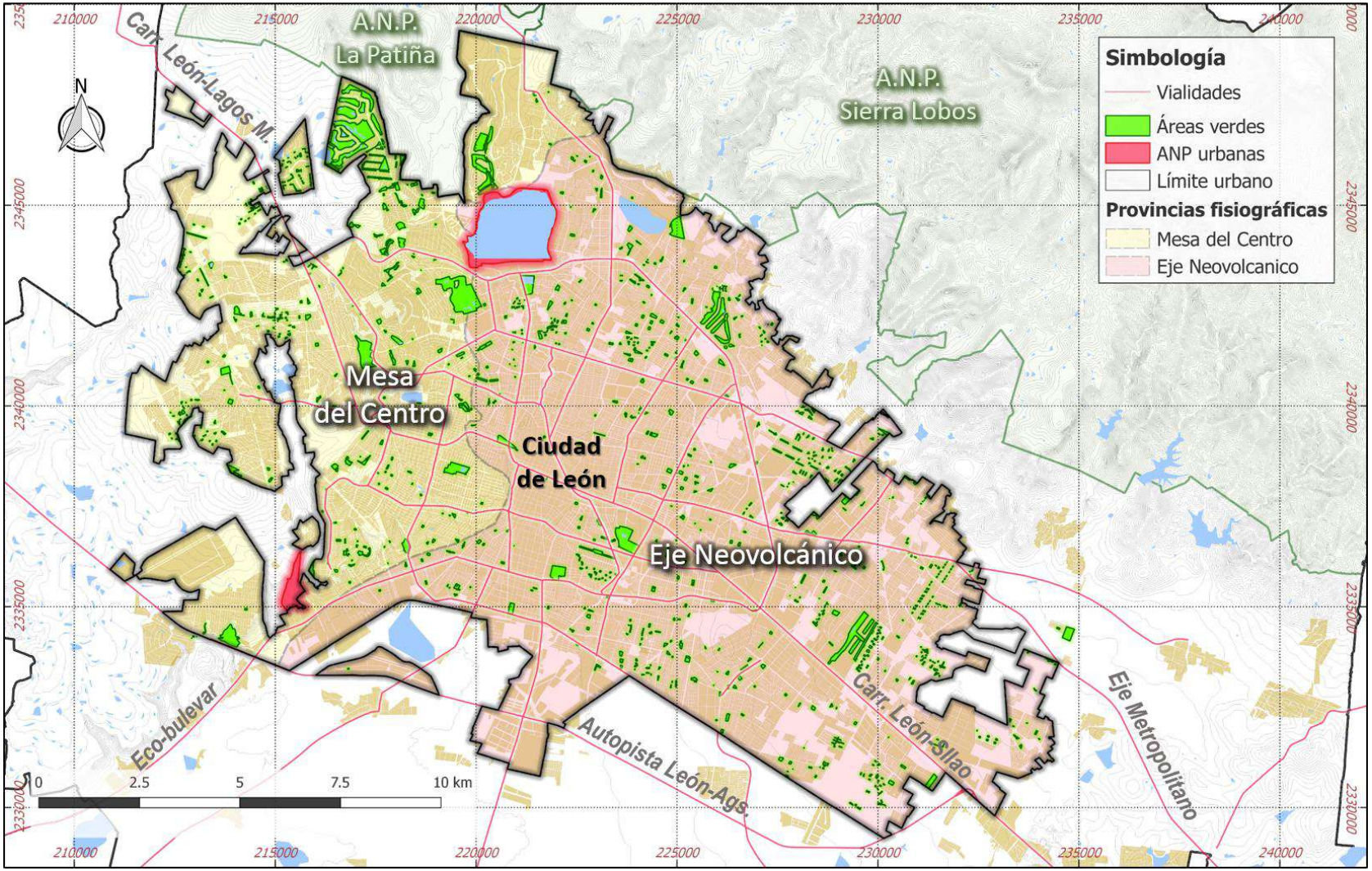


Figura 5. Localización de la Ciudad de León y representación de las provincias fisiográficas que caracterizan a la ciudad

En cuanto al clima, la Ciudad se ubica en la zona de influencia de un clima Semi- seco BS1hw(w), con lluvias en verano, siendo el menos seco con temperatura media anual entre 18° y 22° C.

Sin embargo, como se menciona en el Estudio de condiciones y requerimientos para regular edificaciones con criterios de bioclimatismo en la Cd. de León (IMPLAN, 2016); la morfología de la zona urbana y su función, modifican el clima regional, lo que ocasiona cambios en la recepción de la energía proveniente del sol y su posterior liberación como calor (ocasionando el efecto isla de calor); cambios en el movimiento del viento, en la permeabilidad, entre otros fenómenos.

De acuerdo a los análisis realizados en el estudio anterior, la temperatura media anual de la Ciudad de León, oscila entre los 18° y 20.5°C. Las temperaturas máximas van de los 25.6° a los 29.1°C, alcanzándose en los meses de abril y mayo; y las temperaturas mínimas se encuentran en el rango de los 9° a 13°C, presentándose en los meses de diciembre a febrero.

En cuanto a la permeabilidad, que en análisis bioclimático se refiere a la posibilidad de acumulación de calor que resulta de la excesiva concentración de superficies artificiales urbanas, el estudio determinó que el 59% del territorio de la Ciudad de León, presenta superficies impermeables, mientras que el 41% corresponden a superficies permeables, que ayudan a mitigar el efecto de isla de calor de la Ciudad, y que están representadas por áreas verdes y jardines, áreas con terreno natural, y lotes baldíos.

Respecto a la precipitación, según el Atlas de Riesgos del Municipio de León (IMPLAN, 2018) en la zona urbana de León se presentan precipitaciones entre 591-686 mm anuales. Las lluvias comienzan en el mes de mayo y concluyen en el mes de octubre, presentándose los registros máximos en los meses de julio y agosto; alrededor del 86% de las precipitaciones ocurren de junio a octubre.

El municipio se ubica en la Región Hidrológica RH12 Lerma- Chapala-Santiago, y dentro de esta, la Ciudad se ubica en la cuenca Río Lerma-Salamanca y en la subcuenca Río Turbio- Presa Palote.

En la zona urbana hay 52 cauces de arroyos que cruzan en sentido norte-sur la ciudad, y que constituyen la red de drenaje pluvial que de forma natural encauza los escurrimientos naturales generados en la zona norte hacia la planicie sur. El crecimiento de la ciudad y la imprudencia de la población han incidido en generar puntos de riesgo por inundación al asentarse sobre los márgenes de los arroyos o incluso dentro del mismo cauce.

Asimismo, hay 49 cuerpos de agua, dentro los que sobresalen La Presa El Palote, sobre la cual se enmarca el Parque Metropolitano; siendo una zona receptora de las microcuencas de la Sierra norte, y un área relevante desde el punto de vista biótico, al

albergar distintas especies de aves migratorias principalmente.

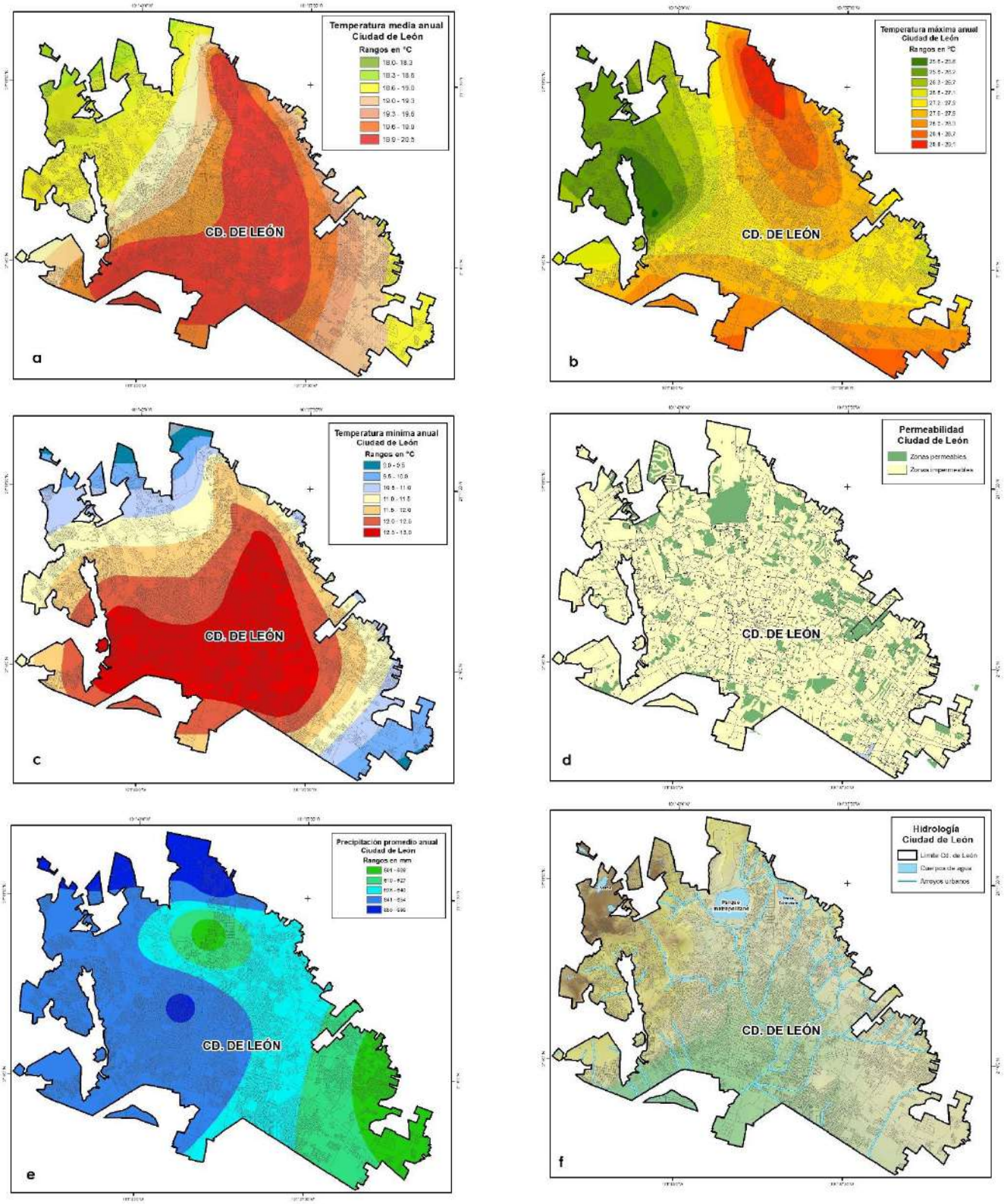


Figura 6. Características del medio físico de la Ciudad de León: a) Temperatura media anual; b) temperatura máxima anual; c) temperatura mínima anua; l d) permeabilidad (IMPLAN, 2016); e) precipitación; f) hidrología (IMPLAN, 2018)

Características socioeconómicas

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015), se registraron 1,578,626 habitantes para el municipio León, siendo el cuarto municipio más poblado del país, y el primero a nivel estatal, concentrando al 27% de la población del Estado de Guanajuato. En la Ciudad reside el 86.2% de la población municipal. La proporción según género, registró que el 50.9% de la población son mujeres y el 49.1% son hombres.

En la estructura de la pirámide poblacional municipal, destaca que la mayor parte de los habitantes se concentran en los grupos de población entre 15 y 44 años de edad. En 2015 se estimó que por cada 100 personas en edad laboral hay 50.6 personas en edad dependiente. Asimismo, destaca el incremento en la población de la tercera edad (de 65 y más años) y una reducción en el tamaño del grupo de niños y niñas de 0 a 14 años (INEGI, 2015).

La dinámica demográfica muestra una continua disminución de su tasa de crecimiento promedio anual, siendo en 2015 del 2.1% con proyecciones al 2020 del 1.2% y al 2030 del 0.6%. Esta tendencia también se muestra a nivel estatal (PEDUOET, 2019).

El área urbana de León corresponde a la cabecera municipal, así como a 52 de localidades que han sido integradas a la Ciudad, entre las que se encuentran Medina, Rizos de La Joya, Centro Familiar La Soledad, La Ermita y San Juan de Abajo (PMDUOET, 2015).

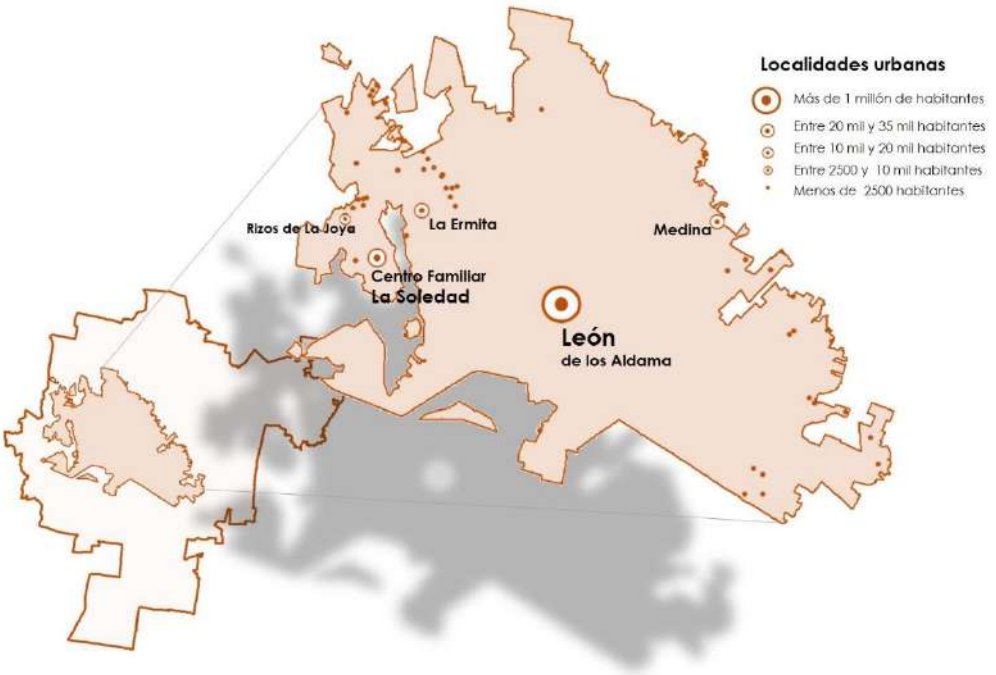
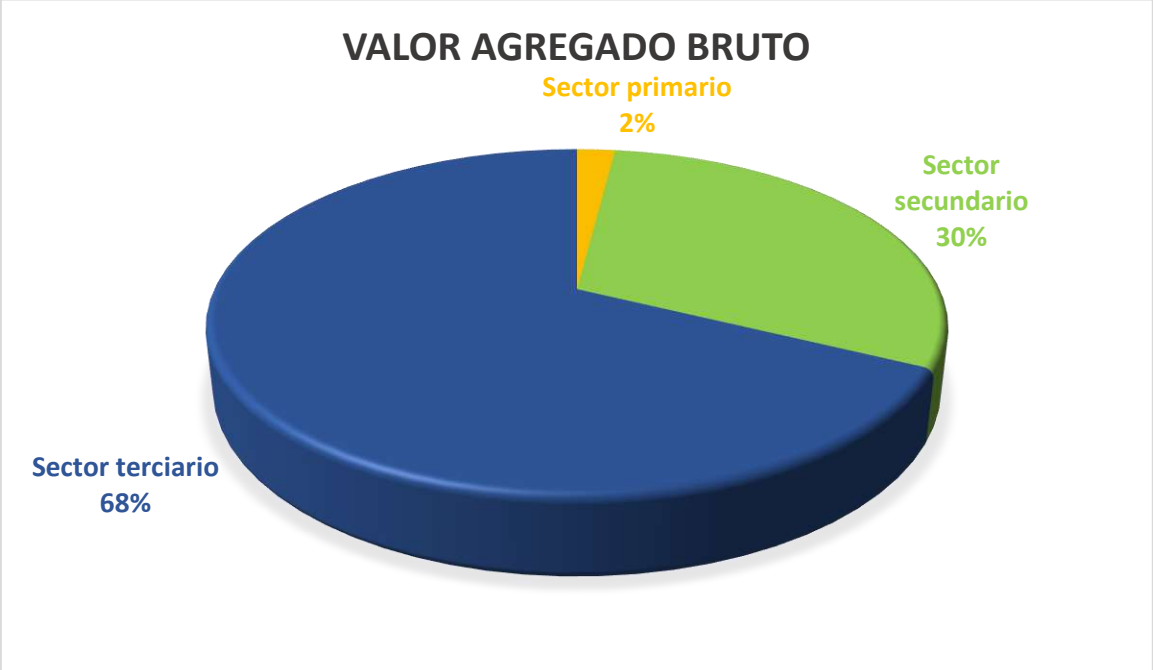


Figura 7. Distribución de la población en las localidades urbanas de la Ciudad de León

La densidad urbana promedio es de 61.22 hab/ha, siendo la zona centro y sur-poniente de la ciudad la que concentra mayor número de habitantes, en comparación con las periferias (PMDUOET *en proceso de publicación*).

En el rubro productivo, hay una especialización en la rama de transportes, correo y almacenamiento, así como en la rama económica de comercio al por menor e industria manufacturera. León es conocido a nivel nacional e internacional por su producción de calzado de piel de alta calidad. Esta cadena productiva emplea al mayor número de trabajadores, seguida por los servicios turísticos y en tercer lugar por los servicios de apoyo a los negocios. Debido a su tamaño, la cadena productiva cuero- calzado genera la mayor producción total y el mayor valor agregado a nivel local (PMDUOET, 2015).

Al ser una de las principales rutas comerciales del país, esto se refleja en las características económicas locales, en donde el 64.7% de la Población Económicamente Activa se concentran en el sector terciario, seguido del secundario con el 34.9%, mientras que el primario ocupa solo el 0.4% de la PEA total (INEGI, 2014).



Respecto al valor agregado censal bruto, el sector terciario generó el 67.7% y concentró al 84.8% de las unidades económicas; el sector secundario aportó el 30.2% y 15.2% de las unidades económicas, y el sector primario aportó el 2% del valor agregado censal bruto, y 0.02% de las unidades económicas (INEGI, 2014).

A pesar de mantener una tasa de ocupación económica del 96.8% y una tasa de desempleo relativamente baja (3.2%), en el municipio se registra que el 26.4% de la población percibe menos de 2 veces el salario mínimo (INEGI, 2014). Por otra parte, el 31.5% de la población se considera con algún nivel de pobreza (CONEVAL, 2012).

De acuerdo a los resultados de la medición del Índice básico de las Ciudades Prósperas (INFONAVIT y ONU- HABITAT, 2018), la Ciudad de León tiene una prosperidad moderadamente débil (55.94), lo que implica fortalecer las políticas públicas en los ámbitos donde se reportan resultados menos favorables, y consolidar aquellos en donde se presentaron mejores resultados. Es de mencionar que este valor se encuentra por encima de la media nacional del CPI básico (53.74/100).



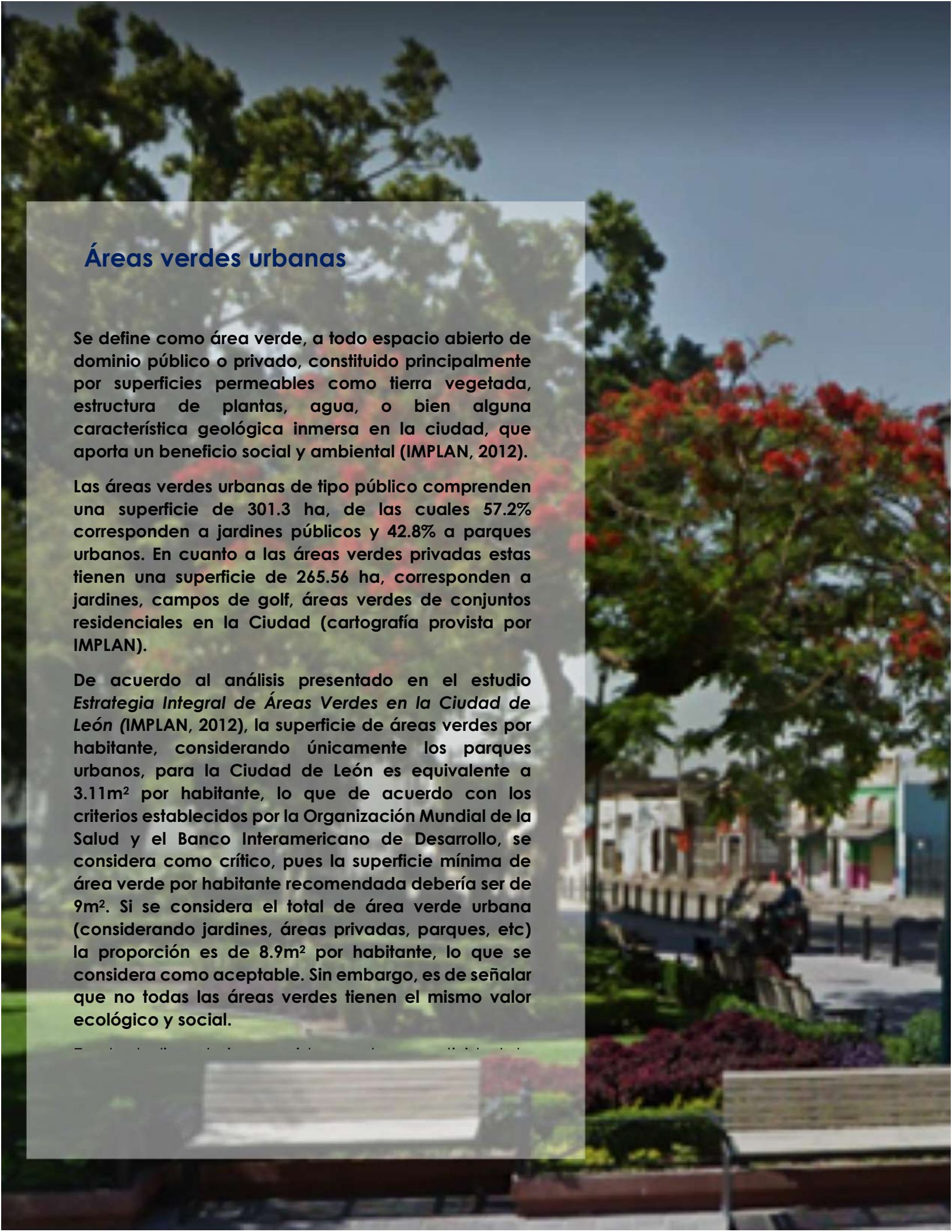
Uso del suelo y vegetación

En la zona norte del municipio es donde se presentan los relictos más importantes de ecosistemas naturales, representados por matorral espinoso (xerófilo), bosque de encino, selva baja caducifolia y vegetación riparia. Estos pueden presentar distintos grados de perturbación. La cobertura forestal representa el 25.05% de la superficie total del municipio (ver anexo 1).

El uso del suelo agropecuario, es el que predomina en el municipio, siendo la zona sur en donde se concentran la mayor parte de las áreas agrícolas tanto de riego como de temporal. El 25.56% de la superficie municipal tiene áreas agrícolas de riego, el 9.65% áreas agrícolas de temporal y el 10.77% presenta pastizales inducidos, generalmente empleados para el pastoreo de ganado.

Los asentamientos humanos (que incluyen tanto la mancha urbana, como aquellos que se encuentran dispersos de tipo periurbano y rural), representan el 22.58% del territorio municipal.

Sobresale también que el 4.33% de la superficie municipal presenta zonas sin vegetación aparente, considerándose áreas con suelos degradados, principalmente ubicadas en la Sierra norte.



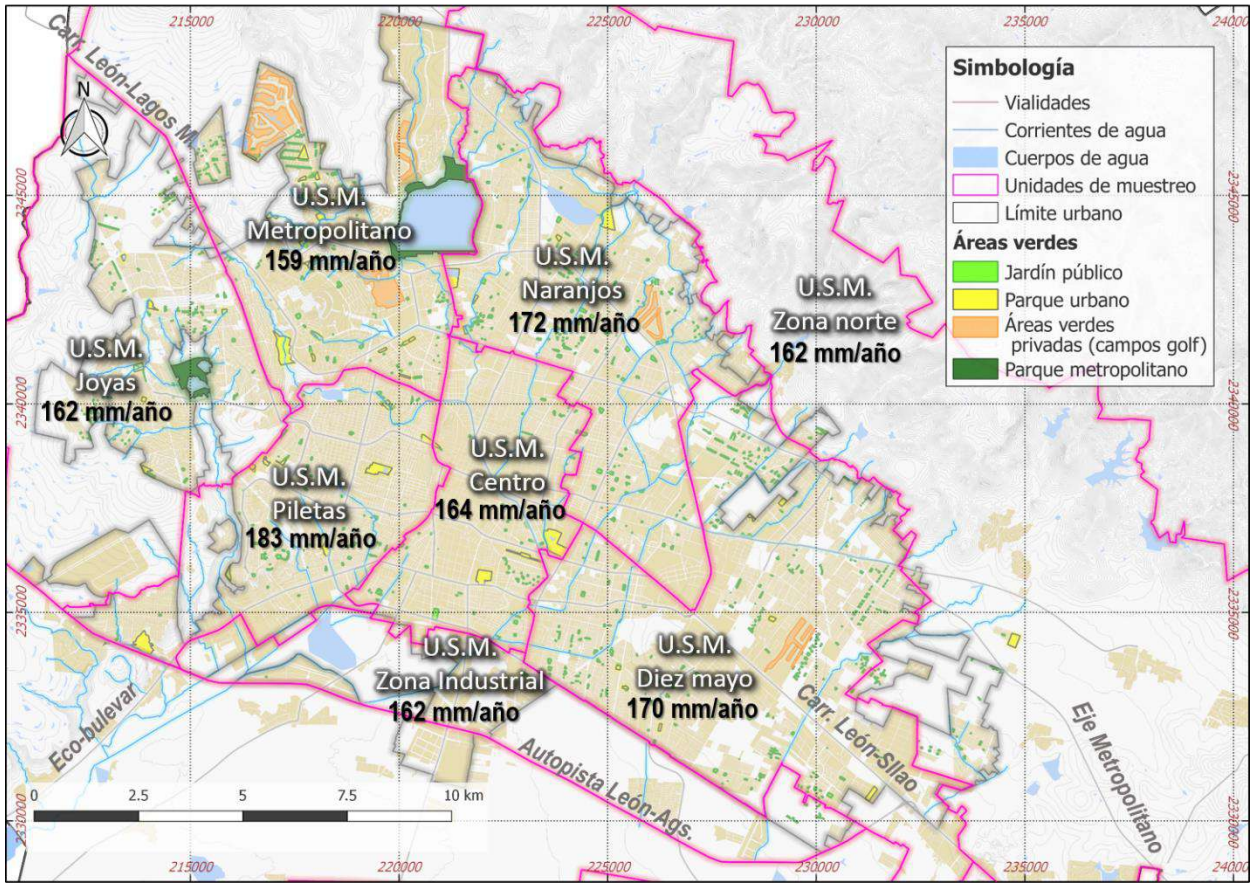
Áreas verdes urbanas

Se define como área verde, a todo espacio abierto de dominio público o privado, constituido principalmente por superficies permeables como tierra vegetada, estructura de plantas, agua, o bien alguna característica geológica inmersa en la ciudad, que aporta un beneficio social y ambiental (IMPLAN, 2012).

Las áreas verdes urbanas de tipo público comprenden una superficie de 301.3 ha, de las cuales 57.2% corresponden a jardines públicos y 42.8% a parques urbanos. En cuanto a las áreas verdes privadas estas tienen una superficie de 265.56 ha, corresponden a jardines, campos de golf, áreas verdes de conjuntos residenciales en la Ciudad (cartografía provista por IMPLAN).

De acuerdo al análisis presentado en el estudio *Estrategia Integral de Áreas Verdes en la Ciudad de León (*IMPLAN, 2012), la superficie de áreas verdes por habitante, considerando únicamente los parques urbanos, para la Ciudad de León es equivalente a 3.11m^2 por habitante, lo que de acuerdo con los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud y el Banco Interamericano de Desarrollo, se considera como crítico, pues la superficie mínima de área verde por habitante recomendada debería ser de 9m^2. Si se considera el total de área verde urbana (considerando jardines, áreas privadas, parques, etc) la proporción es de 8.9m^2 por habitante, lo que se considera como aceptable. Sin embargo, es de señalar que no todas las áreas verdes tienen el mismo valor ecológico y social.

Figura 8. Áreas verdes públicas y privadas y recarga hídrica por unidad de muestreo en la Ciudad de León



Biodiversidad

La flora del municipio de León está representada por 429 especies pertenecientes a 285 Géneros de 92 Familias botánicas. La Familia con más especies es Asteraceae, seguida de Fabaceae y Cactaceae (Figura 9). Existen algunas Familias que potencialmente deben tener mayor número de especies, como Poaceae, pero que el esfuerzo de muestreo y de trabajo de gabinete para su identificación han hecho que se encuentre subestimado.

Cabe señalar que el listado que se presenta, es de las especies cuya presencia se encuentra bien documentada en colecciones de herbarios, listados en artículos originales y avistamientos ciudadanos validados por un experto, además del trabajo de campo llevado a cabo para este estudio.

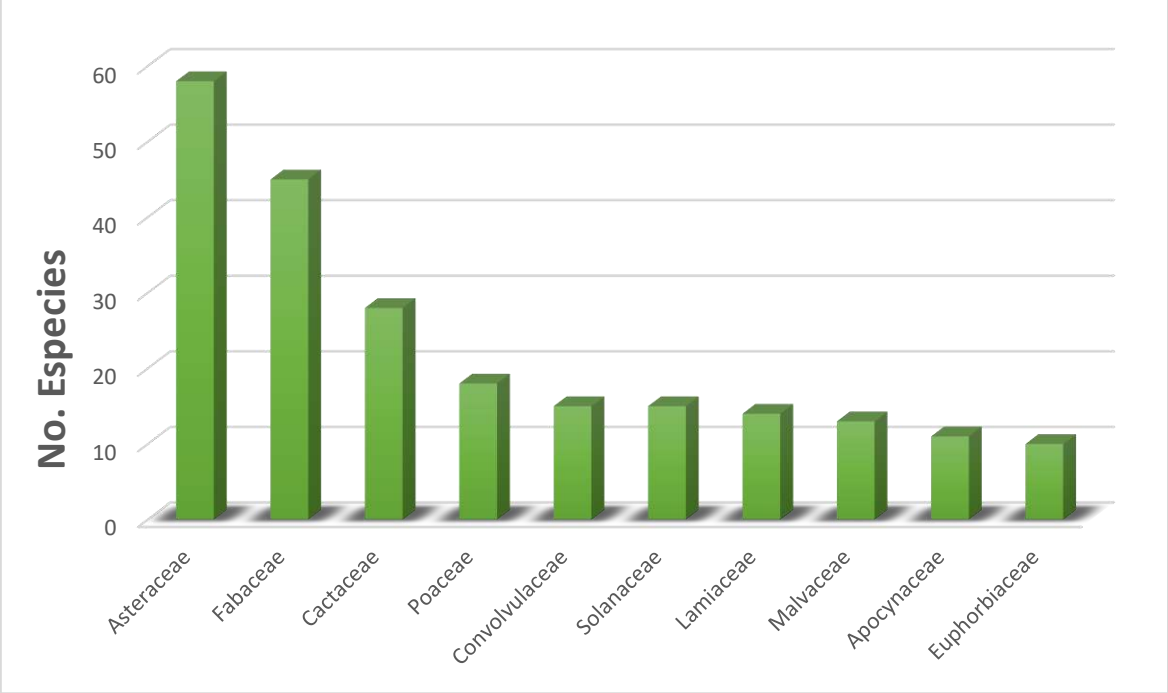


Figura 9. Número de especies por Familia botánica presentes en el Municipio de León

Se reportan seis especies, cuatro bajo categoría de amenazadas y dos sujetas a protección especial (Tabla 2). Cabe destacar que varias se usan en áreas verdes urbanas como plantas de ornato.

*Tabla 2.*Especies vegetales bajo alguna categoría de riesgo

Género	Especie	Nombre común	NOM-059
Dasylirion	acrotrichum	Sotol verde	A
Coryphantha	elephantidens elephantidens		A
Ferocactus	histrix	Biznaga barril de acitrón	Pr
Albizia	occidentalis	Palo zorrillo	A
Erythrina	coralloides	Colorín	A
Cedrela	odorata	Cedro	Pr

Es de resaltar que la riqueza anterior se registra principalmente para la zona norte del municipio, que presenta una mayor complejidad paisajística con un ensamblaje de ecosistemas en distintos estados de perturbación.

Específicamente para la zona urbana, existen algunos trabajos que aportan al conocimiento de la biodiversidad florística de la Ciudad. En la *Estrategia Integral de Áreas Verdes en la Ciudad de León (*IMPLAN, 2012d), se reportaron 60 especies de árboles para la zona urbana, de las cuales 14 conforman el 80% de la cubierta forestal en las áreas verdes, dominando árboles de especies exóticas (Figura 10) como casuarinas (*Casuarina equisetifolia)*, jacarandas (*Jacaranda mimosifolia)*, ficus (*Ficus indica)* y distintos tipos de palmeras (*Syagrus romanzoffiana, Phoenix canariensis*), así como eucaliptos (*Eucalyptus deglupta)*.



Figura 10. Eucalipto y pirul, dos de los árboles exóticos más comunes en la Cd. de León. Fotografía O. García

El patrón de la composición del arbolado urbano, principalmente de la parte central de la Ciudad de León, parece ser consecuencia de las modas que históricamente se han presentado a favor de una u otra especie. Por ejemplo, las palmeras son especies que se han introducido en la primera década de este siglo, pero han presentado una baja aclimatación a esta región, por lo que muestran signos de efectos fitosanitarios adversos.

Hacia las periferias de la Ciudad, se presentan mayor número de especies nativas (Figura 11, Figura 11), como mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizaches (*Vachellia pennatula; V. shaffneri; V. farnesiana*), copales (*Bursera bipinnata; B. cuneata, B. fagaroides; B. palmieri*) así como el cazahuate (*Ipomoea murucoides*) y nopaleras (Figura 12, Figura 12) compuestas por diversas especies (*Opuntia megacantha; O. robusta; O. tomentosa; O. eucotricha; O. lasiacantha; O. streptacantha*).



Figura 11. Plantas nativas que se encuentran en el área urbana de León. Copal, mezquite y acacias. Fotografía O. García



Figura 12. La diversidad de nopales es alta dentro del área urbana de León. Opuntia robusta y O. tomentosa. Fotografía O. García

En el Diagnóstico ambiental del municipio de León (IMPLAN, 2013) se señala que únicamente el 9% de las plantas presentes en las áreas urbanas del municipio son nativas; el 84% corresponde a especies exóticas y el 7% son especies invasoras (Figura 13, Figura 13). Dentro de estas sobresalen el carrizo (*Arundo donax*), pasto rosa (*Melinis repens*), muérdago (*Psittacanthus calyculatus*), bola africana del rey (*Leonotis nepetifolia*), fideos (*Cuscuta tinctoria*) e higuerilla (*Ricinus communis*), causando afectaciones tanto a especies nativas como a otras plantas exóticas empleadas como ornamentales. De estas especies, solo existe plan de usar a la higuerilla como fuente de biocombustible (Fernández, 2012).

En el estudio *Plantas Silvestres en el paisaje urbano* (IMPLAN, 2014b); se recomienda el uso de 41 especies nativas de árboles grandes, 31 especies de árboles nativos medianos y 26 especies nativas de árboles chicos, para realizar el recambio del arbolado urbano. Sin embargo, para mantener altos índices de biodiversidad es necesario considerar otros estratos de la vegetación que brindan recursos a diversos grupos de organismos; particularmente a los polinizadores. A este respecto, y considerando las especies de nativas de árboles antes mencionadas, **existen 179 especies de árboles, arbustos y herbáceas que potencialmente crecen dentro de la ciudad de León y que pueden ser consideradas en trabajos de vegetación y recambio de especies en parques y áreas verdes urbanas para la ciudad de León.**



Figura 13. Plantas invasoras en la Ciudad de León. Fideos, carrizo, muérdago y bola africana del rey. Fotografía. O. García

.

En este estudio, **para la Ciudad de León** (zona urbana y periurbana), se detectaron **17 especies mamíferos, 207 especies de aves, 15 especies de reptiles y 8 especies de anfibios, para un total de 247 especies de vertebrados**. Por otro lado, para la ciudad, se reportan **44 especies de mariposas y 17 especies de abejas y avispas**. Cabe mencionar que los registros incluyen especies residentes, migratorias y exóticas.

Los mamíferos son un grupo que suele ser poco conspicuo, por lo que su registro es complicado. A nivel municipal existe el registro de 70 especies (P.O. 2015b), estas ubicadas principalmente hacia el norte del Municipio, donde se ha detectado la presencia de mamíferos grandes como el venado (*Odocoileus virginianus*) y el lince (*Lynx rufus*). Es muy probable que el listado de mamíferos este subestimado, debido a que no existen estudios con dos de los grupos más numerosos, los roedores y los quirópteros (murciélagos), de este último solo se reporta la presencia de dos especies. En los trabajos de campo se detectó la presencia de murciélagos, sin embargo, no se pudo determinar la especie. Debido a que este grupo presta valiosos servicios ambientales (control de plagas y polinización), se sugiere que se lleven a cabo estudios más profundos sobre su presencia en las zonas urbanas. Empleando bioacústica, para la ciudad de Querétaro, se han identificado 16 especies de murciélagos de las familias Molossidae, Vespertilionidae y Mormoopidae (Zaldaña-Orantes et al., 2020).

Las aves son el grupo más numeroso de vertebrados dentro del municipio. Durante los trabajos de campo se avistaron 99 especies, de un total de 207 especies confirmadas para la Ciudad de León. Se contabilizaron 73 aves residentes, sin embargo, son más las especies migratorias (112 especies) que se alojan en las áreas verdes, áreas naturales protegidas y los cuerpos de agua de la ciudad (Figura 14). Entre las aves migratorias las especies de las Familias Anatidae, Scolopacidae, Ardeidae y Parulidae son las más abundantes (25, 11, 9 y 9 especies respectivamente).

Es importante señalar que se debe poner atención en la conservación de los hábitats que albergan durante el invierno a las aves migratorias; en particular a las zonas con cuerpos agua permanente ya que 57 especies están asociadas a este hábitat.



Figura 14. Pelícano canadiense y pico gordo azul, dos aves migratorias icónicas de la Ciudad de León. Fotografía: O. García

En las secciones más urbanizadas del municipio es común ver diversas especies de palomas y otras aves bien adaptadas al entorno urbano (Figura 15), como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y el mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*).



Figura 15. Zanate y tortolita. Fotografía. T. Zamorano

Por otro lado, se reportan 19 especies listadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM–059 (Tabla 3) donde destacan las aves rapaces. Sin embargo, se debe mencionar que ocho especies son loros y pericos, todos exóticos a la ciudad de León (Figura 16).

Además de los Psitácidos, se detectaron otras aves exóticas para registrar un total de 22 especies. En la ciudad, son particularmente abundantes la paloma de collar (*Streptopelia decaocto*), el mirlo dorso canela (*Turdus rufopalliatus*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el perico monje (*Myiopsitta monachus*), debido a que compiten con las especies nativas por alimento y espacios de anidación. El perico monje está ampliamente distribuido en la ciudad y se le encuentra en prácticamente todos los parques de León.



Figura 16. Perico frente naranja y perico monje, este último es considerado como una especie invasora. Fotografía: O.García

Tabla 3. Listado de especies de aves bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059)

Género	Especie	Nombre común	NOM-059	R-M-E
Accipiter	*cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	M
Buteo	*albonotatus*	Aguililla aura	Pr	M
Buteo	*lineatus*	Aguililla pecho rojo	Pr	M
Buteogallus	*anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	M
Geranoaetus	*albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	M
Parabuteo	*unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	R
Anas	*diazi*	Pato mexicano	Pr	R
Cairina	*moschata*	Pato real	Pr	M
Passerina	*ciris*	Colorín sietecolores	Pr	M
Falco	*peregrinus*	Halcón peregrino	Pr	R
Tachybaptus	*dominicus*	Zambullidor menor	Pr	M
Amazona	*albifrons*	Loro frente blanca	Pr	E
Amazona	*auropalliata*	Loro nuca amarilla	P	E
Amazona	*autumnalis*	Loro cachetes amarillos	A	E
Amazona	*finschi*	Loro corona lila	P	E
Amazona	*oratrix*	Loro cabeza amarilla	P	E
Amazona	*viridigenalis*	Loro tamaulipeco	P	E
Eupsittula	*canicularis*	Perico frente naranja	Pr	E
Psittacara	*holochlorus*	Perico mexicano	A	E

En cuanto a los reptiles, para el municipio de León se han registrado hasta 52 especies (P.O., 2015b), de las cuales se ubicaron 15 especies en la zona metropolitana (Figura 17). Dentro del área con mayor urbanización, se localizó a la lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) en un bajo número; y a la tortuga pinta (*Trachemys scripta elegans*). El resto de los reptiles se localiza con mayor frecuencia hacia las periferias de la ciudad. Se destaca de este grupo que son los que tienen el mayor porcentaje de especies bajo alguna categoría de protección (tabla 3); el 53.3 % necesitan de alguna estrategia de conservación, sobre todo, desde que este grupo suele generar una animadversión en la población en general.

La tortuga pinta ha invadido casi todos los cuerpos de agua de la ciudad. Debido a su popularidad como mascotas, a su liberación al crecer, y a su capacidad de adaptación, sus poblaciones siguen creciendo. Esta especie está considerada dentro de la lista de las 100 especies más invasivas del mundo. Aunque no existen datos fehacientes, se presume que ha desplazado a diversas especies, como la tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*). En otros sitios si está documentado el impacto que este reptil ocasiona en la fauna local, por lo que se recomienda su control temprano, para evitar la invasión de áreas naturales (Cady y Joly, 2004).

Por el contrario, la serpiente ciega (*Indotyphlops braminus*) que se presume ha llegado con la importación de plantas de ornato, está aumentando su distribución a nivel mundial por esta vía de introducción. Debido a sus hábitos, no se le conocen efectos negativos sobre otros organismos, así que no se espera que represente algún problema ecológico detectable (Zamora-Camacho, 2017).





Figura 17. Huico pinto y tortuga pinta, especie exótica para la Ciudad. Fotografía O. García

A nivel municipal hay registro de 17 especies de Anfibios (P.O., 2015b). Para la ciudad de León se encontraron ocho especies, tres de ellas, pertenecientes al Género *Lithobates*, con estatus de protección (Tabla 4). Son organismos asociados generalmente a los cuerpos de agua, por lo que se les suele encontrar con cierta frecuencia.

Tabla 4. Listado de especies de reptiles y anfibios bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059)

Grupo	Género	Especie	Nombre común	NOM-059
	Lampropeltis	*mexicana*	Falso coralillo real mexicana	A
	Pituophis	*deppei*	Alicante	A
	Trachemys	*scripta elegans*	Tortuga pinta	Pr
	Rhinoclemmys	*pulcherrima*	Tortuga dragón	A
	Kinosternon	*integrum*	Tortuga pecho quebrado	Pr
Reptiles	*Thamnophis*	*eques*	Culebra de agua nómada mexicana	A
	Sceloporus	*grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr
	Crotalus	*aquilus*	Cascabel obscura de queretana	Pr
	Lithobates	*berlandieri*	Rana leopardo	Pr
Anfibios	*Lithobates*	*montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	Pr
	Lithobates	*neovolcanicus*	Rana leopardo neovolcánica	A

Administración de la biodiversidad

En el siguiente esquema, se presentan las Instituciones de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, que actualmente se encuentran vinculadas directamente con la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad urbana.

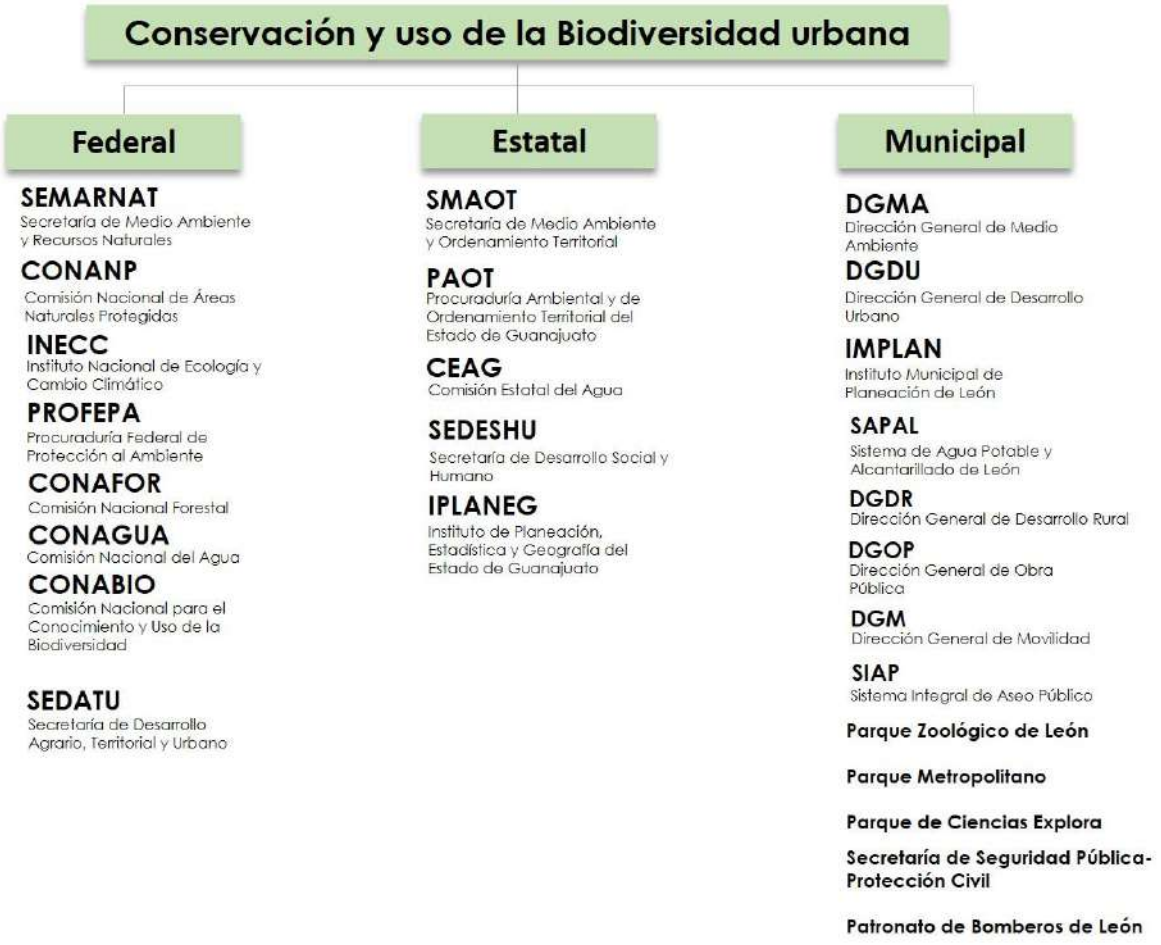
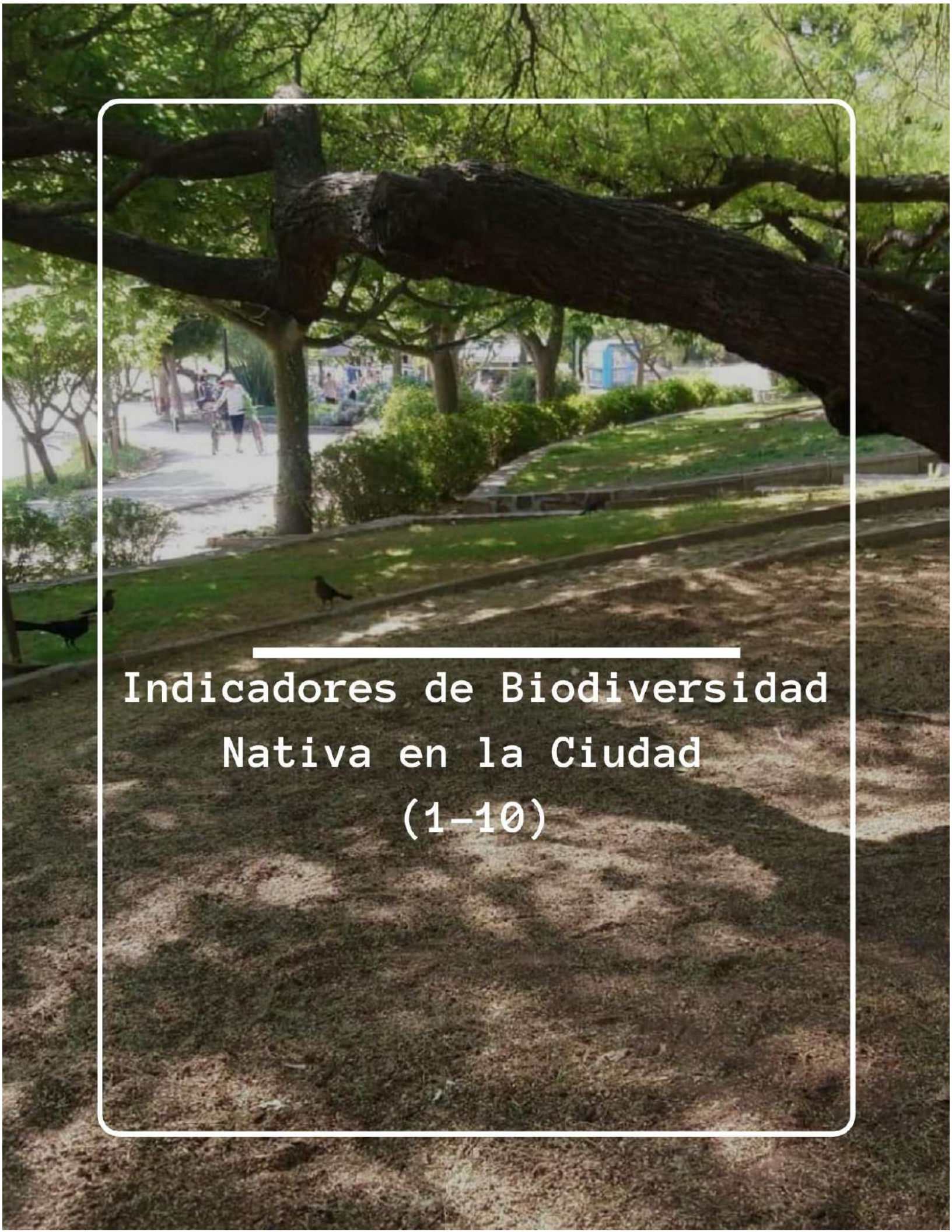


Figura 18. Instituciones de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal vinculadas con la conservación y uso de la biodiversidad urbana. Ver referencias para links de sitios oficiales de las diversas instancias. Información provista por la Dirección General de Medio Ambiente

Existen diferentes espacios representados en Parques y Museos distribuidos en la Ciudad, en donde se realizan actividades de educación Ambiental además de otras funciones esenciales relacionadas con la Biodiversidad. Dentro de estos sobresalen el Parque Zoológico de León, el Parque Metropolitano, El Museo de Ciencias "Explora", el "Museo Verde" en Parque Cárcamos, y el Acuario de León.



Indicadores de Biodiversidad Nativa en la Ciudad (1-10)

Indicador 1. Proporción de Áreas Naturales

Este indicador considera que las "*áreas naturales son aquellas con ecosistemas naturales y con especies nativas, que no han sido o que se encuentran ligeramente influenciadas por acciones humanas, excepto cuando esta acción esté dirigida a conservar, mejorar o restaurar la biodiversidad autóctona*".

Es de enfatizar que el indicador contempla únicamente las áreas naturales de la Ciudad, y no de todo el municipio. Sin embargo, la zona urbana de León se ve directamente beneficiada por la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas ubicados principalmente hacia el norte de la ciudad (zona norte), y que mantienen en gran parte sus condiciones naturales. Por lo tanto, se consideró pertinente realizar el cálculo del indicador considerando dos aproximaciones espaciales, la municipal y la urbana.

Proporción de áreas naturales en el municipio de León

Para su cálculo, se consideró la cobertura de uso del suelo y vegetación del municipio, actualizada para este estudio en siete categorías generales (Ver anexo1); estas son: **áreas naturales** (representan el 21.25% de la superficie municipal); áreas naturales degradadas (19.22%), áreas verdes urbanas (0.30%), áreas agrícolas (35.22%), cuerpos de agua (1.13%), asentamientos humanos (22.58%) y otras coberturas (0.30%). Para los cuerpos de agua, se consideraron dentro de las áreas naturales, aquellos que se encuentran, bajo algún esquema de protección, o que son relevantes desde el punto de vista ecológico por albergar biodiversidad local. (Figura 19).

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

$$\frac{\text{Área total de los espacios naturales, restaurados o naturalizados} \quad X\ 100\%}{\text{Área total de León}}$$

$$\frac{27{,}233.59\ \text{ha} \quad x\ 100\%}{128,\ 129.9\ \text{ha}}$$

21.25 %

0 puntos: < 1%

1 punto: 1.0% - 6.9%

2 puntos: 7.0%- 13.9%

3 puntos: 14.0% - 20.0%

4 puntos: > 20.0%

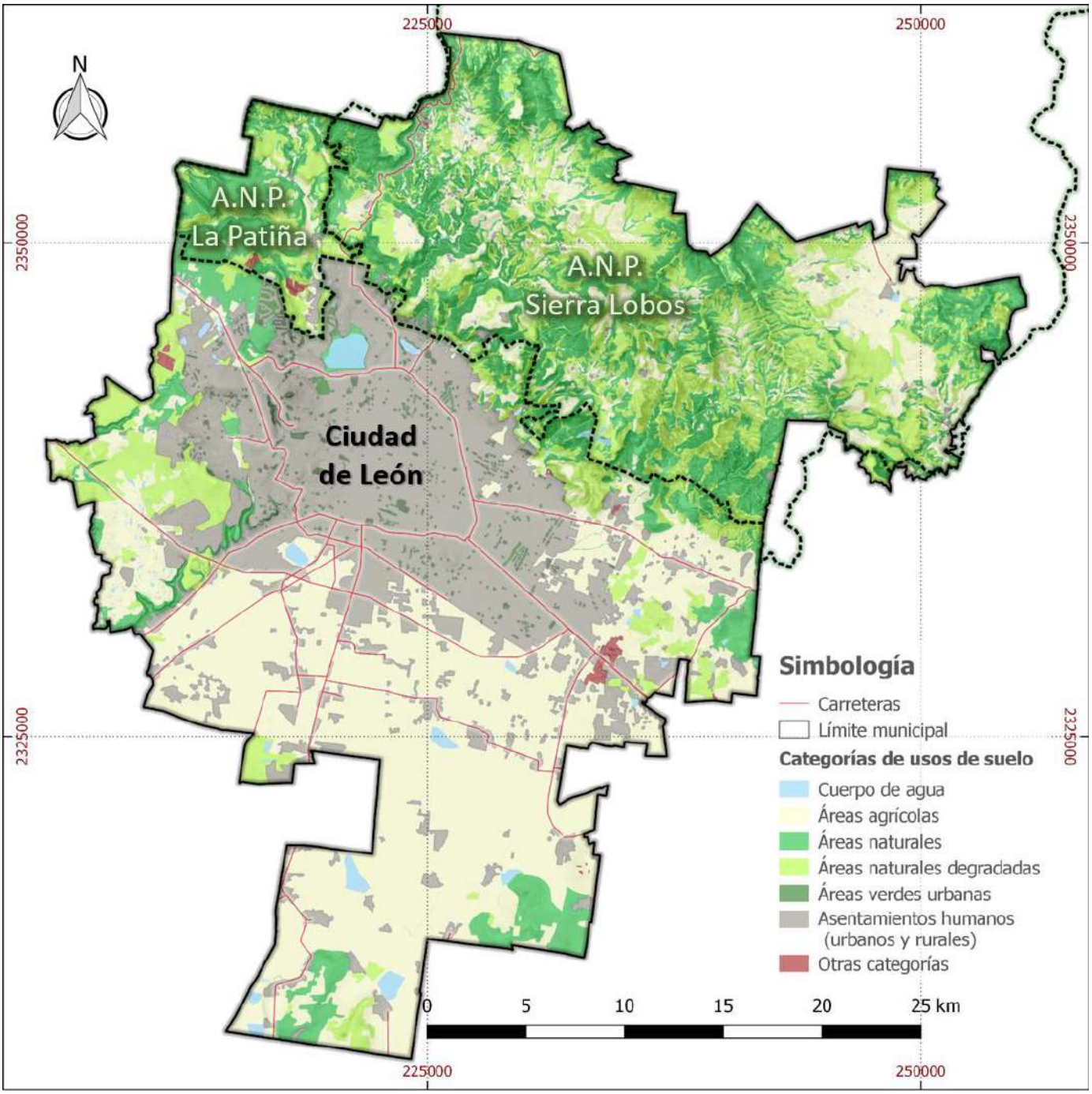


Figura 19. Áreas naturales del municipio de León. Elaboración propia

Proporción de áreas naturales en la Ciudad de León

Puntuación según el Índice de Singapur

1/4

Área total de los espacios naturales, restaurados o naturalizados X 100%

Área de la Ciudad

725.65 ha x 100%

23,083 ha

3.14 %

0 puntos: < 1%

1 punto: 1.0% - 6.9%

2 puntos: 7.0%- 13.9%

3 puntos: 14.0% - 20.0%

4 puntos: > 20.0%

Al igual que el análisis anterior, para su cálculo, se consideró la cobertura de uso del suelo y vegetación del municipio, reclasificada a siete categorías generales, pero se utilizó el límite urbano para definir el área de actuación. Las **áreas naturales** representaron 3.14% de la superficie urbana, y están representadas básicamente por las coberturas de los parques metropolitanos, el área natural municipal Arroyo Hondo y los relictos de vegetación primaria presentes dentro de la urbe. Las áreas naturales degradadas representaron el 0.88% de la superficie de la Ciudad, mientras que las áreas verdes urbanas el 1.67%; las áreas agrícolas el 1.12%, cuerpos de agua (descartando los que han sido considerados en las áreas naturales) ocupan el 0.70%, los asentamientos humanos representan el 94.63% y otras coberturas no resultaron representativas en esta aproximación espacial (Figura 20).

Discusión de resultados y recomendaciones

- A nivel municipal, León presenta una alta proporción de áreas en estado natural, de acuerdo con el índice; recomendándose continuar con los esfuerzos de conservación para incrementar el número de áreas naturales, restaurar las zonas degradadas y mejorar su conectividad ecológica.

- A nivel urbano, el resultado señala la condición deficitaria de áreas naturales dentro de la Ciudad. Si bien esto implica la necesidad de incrementar principalmente el número de parques urbanos; es de suma relevancia resaltar que se deben de enfocar esfuerzos para mejorar la calidad de los espacios existentes, con el recambio paulatino a especies nativas (siguiendo las recomendaciones vegetales del estudio de IMPLAN, 2014b); y el incremento de su densidad, a fin de promover la naturalización de dichos espacios.

- Existe una distribución desigual de las áreas con condiciones naturales, concentrándose éstas hacia el poniente de la urbe, siendo necesario que, en la planificación urbana y en el diseño de áreas verdes se considere la priorización de aquellas secciones de la Ciudad que no cuenten con un espacio que presente una proporción superficial adecuada y una buena calidad ecológica (en base a su composición biótica), y que pueda tener una mayor repercusión para el mantenimiento de la biodiversidad urbana, así como un mayor impacto social por una accesibilidad más equitativa a estos espacios.

- En conclusión, las recomendaciones derivadas de este indicador son: 1) mejorar las condiciones ecológicas de los espacios existentes; 2) Incrementar el número de áreas, con condiciones naturales, en base a una ubicación estratégica dentro de la Ciudad.

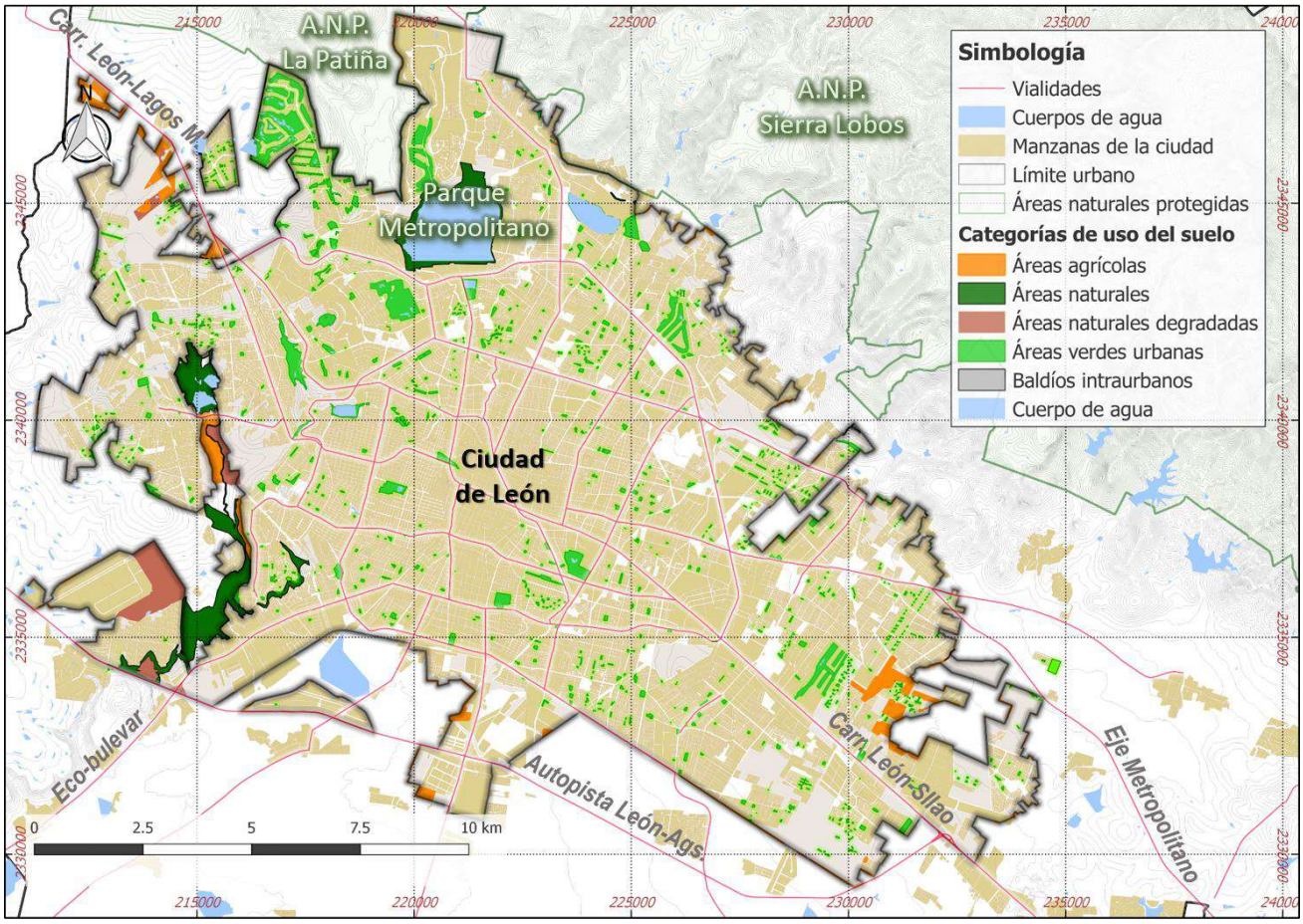


Figura 20. Áreas con condiciones naturales dentro de la Ciudad de León. Elaboración propia

Indicador 2. Medidas de conectividad ecológica

La **conectividad ecológica** se considera como un importante indicador para evaluar la "salud" en general de los ecosistemas de un área de interés a partir de su integridad estructural -tamaño y calidad de los fragmentos- y funcional -relación de flujo entre los mismos- (De Lucio *et al.,* 2003).

Para la evaluación de este indicador, se consideraron dos escalas espaciales: 1) a escala municipal, se evaluará la conectividad que tienen los fragmentos naturales de la Ciudad, con los paisajes aledaños a la misma (al norte y al sur del municipio); 2) a escala urbana, se evaluará la conectividad estructural, a partir de la distancia relativa de los fragmentos (según lo indicado en el Manual del Índice de Singapur), permitiendo identificar sin hay redes internas de conexión entre las áreas.

Conectividad ecológica en el municipio

Puntuación adaptada según la propuesta por Pascual y Saura (2006)

1/4

Cálculo del Índice de Conectividad Integral (IIC) en Conefor Sensinode 2.2

0 puntos: IIC = 0 - 0.100

1 punto: IIC= 0.101- 0.300

2 puntos: IIC= 0.301- 0.500

3 puntos: IIC= 0.501- 0.700

4 puntos: > 0.701

A nivel municipal se evaluó el grado de conectividad del paisaje, a través del cálculo del Índice de Conectividad Integral (IIC), por medio del programa Conefor Sensinode 2.2 (Saura y Pascual-Hortal, 2007a). Este programa permite cuantificar la importancia de los fragmentos de hábitat para mantener la conectividad paisajística (ver anexo 2a). Es de señalar que se utilizaron los rangos propuestos por Pascual y Saura (2006), para ponderar el indicador, ya que en el Manual del Índice de Singapur no se contempla esta aproximación; considerando pertinente contemplarlo como un indicador complementario para una evaluación integral de la conectividad de los fragmentos naturales en la Ciudad. De acuerdo a los resultados, el IIC promedio (desviación estándar) para todo el paisaje municipal fue de 0.281, lo que de acuerdo a los rangos propuestos se considera un valor medio-bajo, es decir que en general hay una **alta fragmentación del paisaje en el municipio de León.** La mancha urbana representa como tal la mayor perturbación para mantener las redes de conectividad del paisaje. Sin embargo, en su interior, algunas áreas verdes y áreas naturales presentaron valor de IIC moderadamente altos (entre 0.6-0.7) por lo que se consideran fragmentos relevantes para mantener los flujos ecológicos y la biodiversidad municipal (Figura 21 21).

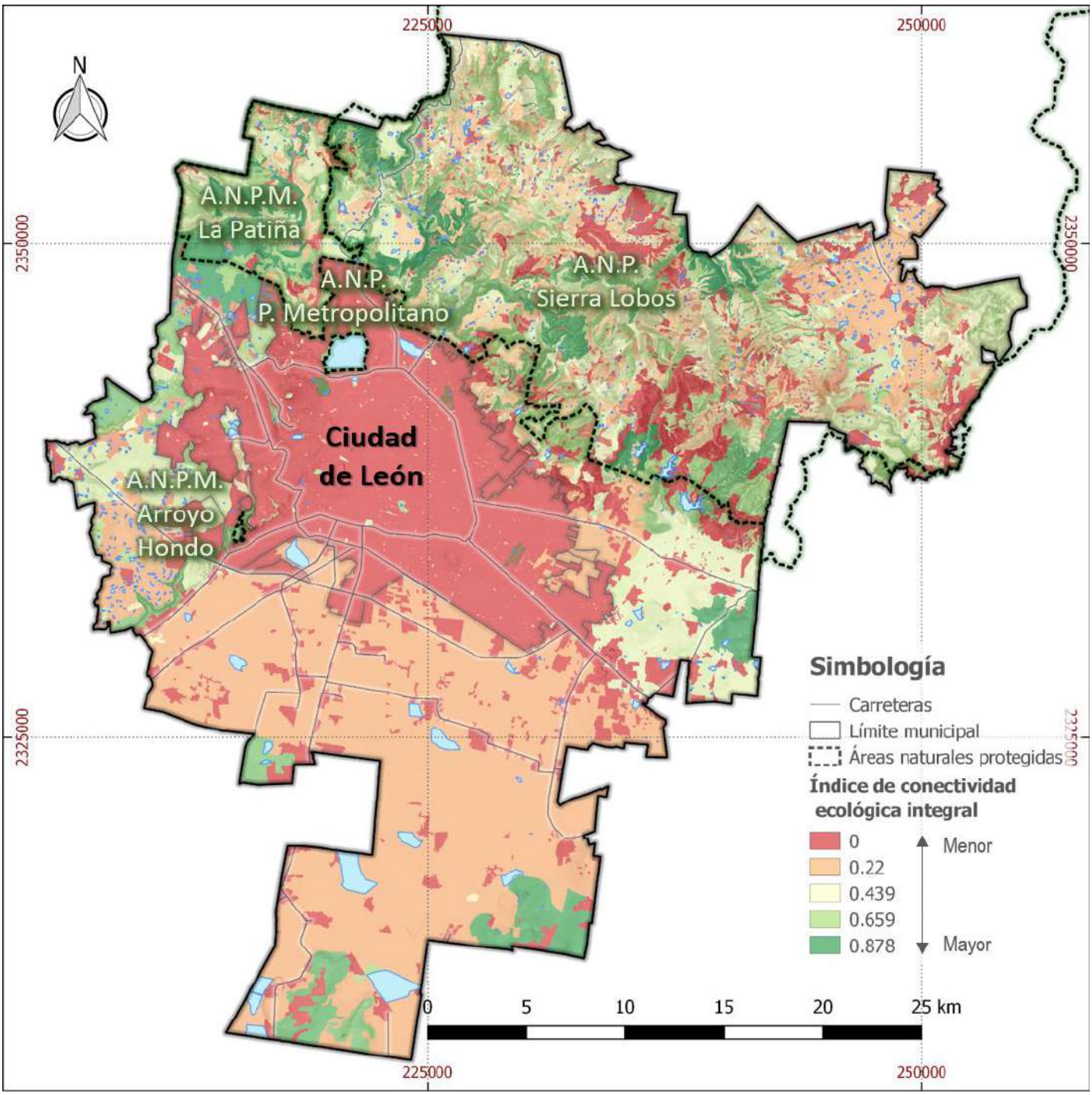


Figura 21. Conectividad ecológica en el municipio de León. Índice de conectividad integral

Conectividad ecológica en la Ciudad de León

De acuerdo al Manual del Índice de Singapur, se solicita que se evalúe este indicador a partir de la distancia efectiva entre espacios naturales.

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

2356.1 ha =

Tamaño de malla efectivo

0 puntos: < 200 ha

1 punto: 201- 500 ha

2 puntos: 501- 1000 ha

3 puntos: 1001- 1500 ha

4 puntos: > 1500 ha

Para evaluar este indicador, se consideraron tanto las áreas naturales, las áreas degradadas y las áreas verdes urbanas de la Ciudad de León, considerando estas como fragmentos de hábitat relevantes para albergar biodiversidad local (Figura 22). Se consideró la propuesta metodológica de Deslauriers *et al.*, (2017), que contempla el cálculo de la métrica "*tamaño de malla efectivo* (effective mesh size)" (anexo 2b), que indica la probabilidad de que dos puntos elegidos al azar dentro de las áreas naturales de la Ciudad, estén en el mismo parche o se consideren conectados (con una distancia menor de 100m entre los parches, sin existir barreras importantes entre los mismos). Se consideraron como barreras las vialidades primarias (con un buffer de 7.5m para definir su área de influencia); y como conectores naturales los parques lineales (con 5m de rango de influencia). Se utilizó el software Fragstats- Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps (versión 4.2)

Discusión de resultados y recomendaciones

- La evaluación de la conectividad del paisaje municipal indica que existe un alto grado de fragmentación de los ecosistemas; en donde la urbanización del municipio representa un fuerte factor de amenaza para mantener los flujos ecológicos. Por ello, se recomienda continuar con procesos de restauración de ecosistemas en la zona norte del municipio, y con la naturalización de los espacios verdes urbanos, particular énfasis en el proyecto del Plan Maestro de Parques Lineales, ya que estos son los que contribuirán a mejorar la conectividad del paisaje urbano con las zonas al norte y sur del municipio.

- Asimismo, se recomienda revisar algunos proyectos programados para el municipio, como "La Línea de Lobos", resaltando que el diseño del proyecto podría repercutir en la conectividad paisajística.

- En la evaluación de la conectividad a nivel ciudad, los resultados indican que entre las áreas verdes de la Ciudad existe una distancia efectiva que

permitiría el flujo ecológico, nuevamente haciendo mención de la relevancia que tiene el sistema de parques lineales para mantener dichas redes de conexión.

- En el diseño de los parques lineales, así como en las redes de movilidad no motorizada (ciclovías, senderos peatonales y banquetas), deben incorporarse técnicas de Infraestructura verde que contribuya a la conectividad lineal con las áreas verdes urbanas.

- Los indicadores considerados, únicamente evalúan la conectividad estructural. Si bien, el Índice de Conectividad Integral (IIC) permite priorizar los fragmentos o parches con mejores niveles de conexión, no indica como tal la calidad de dichas redes, por lo que se recomienda en un futuro incorporar indicadores que evalúen la conectividad funcional, haciendo análisis específicos para algunos de los grupos considerados como por ejemplo las mariposas.

- A pesar de la alta puntuación obtenida en el indicador a nivel urbano, se considera que las áreas verdes urbanas resultan insuficientes para mantener las redes de conectividad intraurbana, y contrarrestar la fragmentación.

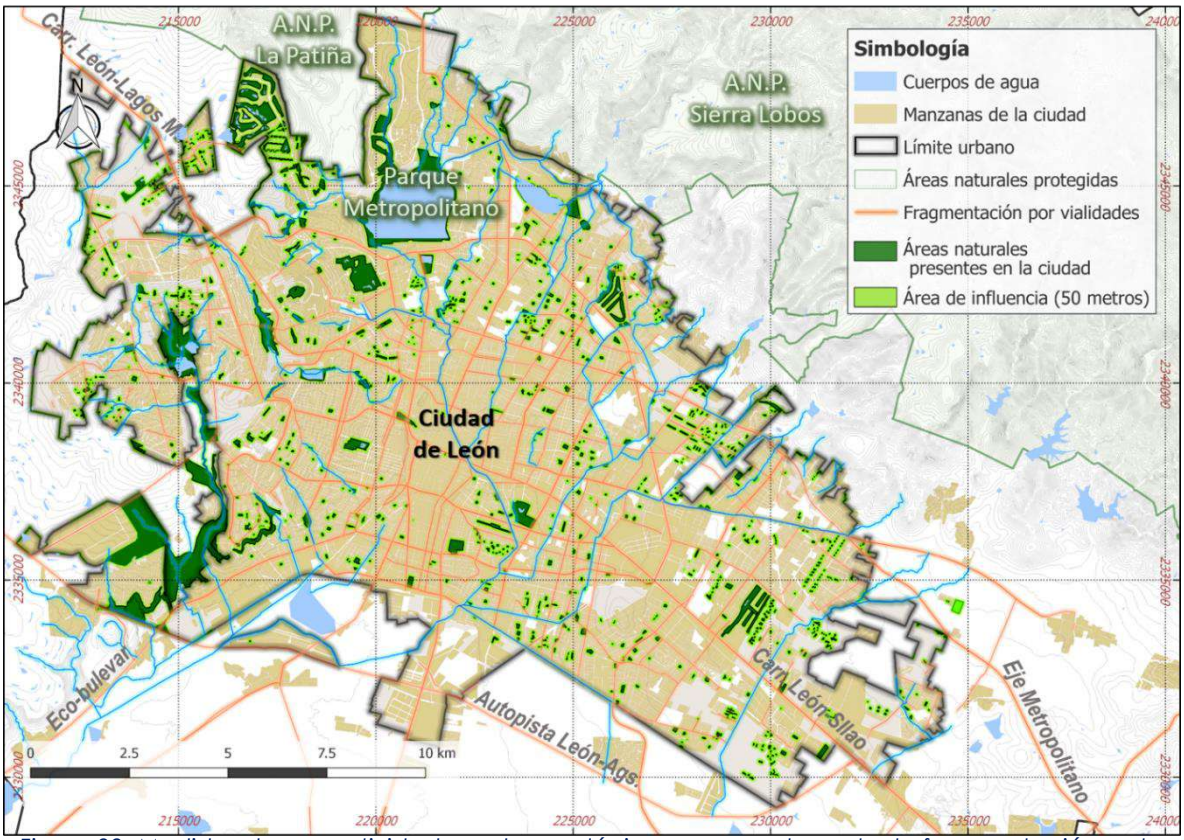


Figura 22. Medidas de conectividad o redes ecológicas para contrarrestar la fragmentación en la Ciudad de León

Indicador 3. Especies de aves nativas en zonas urbanas

La urbanización generalmente trae consigo cambios en la composición de la avifauna, promoviendo incluso el incremento de la abundancia de algunas especies más generalistas, y la aparición de otras especies exóticas resistentes a las nuevas condiciones; mientras que las aves especialistas nativas se ven desplazadas hacia las periferias o a los parques urbanos que funcionan como islas de biodiversidad.

Se sabe que la variable cobertura vegetal es uno de los principales determinantes de la composición y estructura de la avifauna; por ello la relevancia que tienen parques, jardines y camellones arbolados, para la presencia de aves.

Dado a la falta de información específica sobre la avifauna urbana de León, en el presente estudio se hicieron recorridos de campo para observar y registrar las aves presentes en la ciudad. Asimismo, se consultaron bases de datos como Naturalista, y los datos abiertos de las colecciones de la UNAM, para complementar los registros.

Hasta el momento, se ha registrado un total de 73 especies de aves nativas para la Ciudad de León (Anexo 3).

Es de hacer mención, que esta información queda asentada como línea base sobre la cual deberá darse el posterior seguimiento del indicador, en las subsecuentes evaluaciones del IBU.

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

73 especies nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: < 19 especies nativas

1 punto: 19- 38 especies nativas

2 puntos: 28- 48 especies nativas

3 puntos: 48- 69 especies nativas

4 puntos: > 69 especies nativas

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien los resultados reportados en la línea base de este trabajo, indican una buena proporción de aves nativas que aún se observan en la Ciudad de León. Es necesario recalcar que lo anterior no indica el estado de conservación de las poblaciones de dichas especies, en términos de sus condiciones de reproducción, anidamiento, alimentación y la supervivencia en general de los individuos en paisajes urbanos, por lo que se recomienda realizar estudios que permitan tomar múltiples medidas indirectas para conocer el estado de las poblaciones de las especies nativas en la Ciudad.

- El recambio de especies vegetales exóticas por plantas nativas, principalmente en el arbolado urbano, así como la ampliación de su

cobertura, permitirá crear condiciones más adecuadas para el anidamiento y alimentación de las especies de aves nativas, y para mantener o crear los hábitats adecuados para albergar a las especies migratorias.

- Asimismo, el control de especies de aves exóticas, permitirá reducir la competencia y la depredación con las especies de aves nativas. Existen 11 especies de loros y pericos exóticos, pero particularmente el periquito monje se ha convertido en una especie invasora que está desplazando a especies nativas al competir por recursos.

- Para el seguimiento de este indicador, se recomienda implementar estrategias para el monitoreo participativo, en el que se invite y capacite a la población a participar en actividades periódicas de observación de aves, y registro de cambios en la diversidad y su número. Esta actividad puede implementarse en las áreas verdes urbanas, y se puede generar una plataforma local a través de internet, en el que las personas suban sus observaciones y fotografías para el registro de aves.

Indicadores 4. Cambio en el número de especies de plantas vasculares nativas

La diversidad florística de los espacios urbanos está determinada en gran medida por las preferencias humanas, que ejercen una fuerte presión en la selección sobre el número y el tipo de especies exóticas introducidas en los hábitats urbanos, así como también la forma en la que éstas son gestionadas.

Para preparar la base de datos que se empleará como línea base del índice de Singapur, se hizo una extensa búsqueda de los registros de plantas contenidas en los herbarios regionales y en el herbario nacional (IB-MEXU), además se tomaron en cuenta los registros ciudadanos de Naturalista, que fueron previamente validados, o que tenían calidad de "investigación" con el fin de no incluir registros dudosos. Además, se hizo una extensa búsqueda de artículos originales que mencionan la diversidad florística del municipio de León y su área de influencia. Finalmente se llevó a cabo un recorrido para determinar la vegetación de los principales parques urbanos, camellones y otras áreas verdes de la ciudad.

Como resultado de estas revisiones y estudios de campo en este trabajo, se determinó que en el municipio de León existen 428 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 92 Familias y 285 Géneros. Los resultandos se consideran como la línea base sobre la cual se dará seguimiento al IBU.

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

179 especies de plantas nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

Discusión de resultados y recomendaciones

En el municipio de León existen 364 especies de plantas nativas (anexo 4a), de las cuales **179 (anexo 4b) crecen en la zona urbana** de forma dispersa, principalmente en parques y en la periferia de la ciudad. Cabe señalar que se encontraron 64 especies de plantas introducidas principalmente como plantas de ornato (anexo 4c). Prácticamente todas las especies exóticas introducidas están determinadas por las preferencias humanas; sin embargo, no se tasó el impacto que ejercen sobre la diversidad florística nativa de los espacios urbanos y desde el punto de vista ecológico, no se consideró la competencia con otras especies vegetales locales, así como las relaciones con otros organismos que las usan como alimento o refugio.

- La riqueza de especies no refleja la biodiversidad total del área. También se considera cuestionable si el incremento en "n" número de especies puede reflejar una mejora significativa para la biodiversidad, en tanto que no se contempla la abundancia y distribución de esas especies u otras condiciones poblacionales.

- Es recomendable que dentro de las especificaciones para el diseño de jardines y parques (principalmente públicos, aunque también privados), se consideren estrategias para incorporar una variedad de especies de plantas nativas que tienen un fuerte potencial como plantas de ornato (Figura 23). Adicionalmente, estas especies entablan relaciones bióticas con otras especies de animales (*e. g*. polinizadores nativos); además de ahorrar agua, ya que sus requerimientos de riego son mínimos, lo que reduce significativamente el gasto de mantenimiento.

- Lo anterior recalca la importancia de contar con bancos de germoplasma local, contenidos en viveros, en donde se puedan cultivar y comercializar estas especies (Figura 24).

- Cabe señalar que localmente existe un vivero municipal y existen proyectos enfocados a jardines de polinizadores, que resultan espacios adecuados para la preservación florística municipal.

- El contar con un catálogo fotográfico de especies de flora silvestre, serviría para que los diseñadores urbanos y la ciudadanía en general, pueda conocer mejor las plantas locales, y su potencial para uso estético u otros. En adición un estudio sobre la fenología de las especies con mayor potencial ornamental sería muy útil para incorporarlas en los parques y áreas verdes.

- Finalmente, es importante reconocer que los sistemas biológicos son susceptibles al cambio climático, lo que puede influir en su desarrollo (fenología) y mantenimiento. La presencia actual de una especie puede no ser un buen indicador de su futura persistencia, ya que las "extinciones locales" pueden ocurrir después de periodos prolongados de disturbios. Por lo tanto, se deben considerar y proyectar los impactos que pueda tener el cambio climático en el recambio de especies nativas.



Figura 23. Especies nativas con potencial ornamental para las áreas verdes urbanas de la ciudad de León. Cinco llagas (Tagetes lunulata); Maravillita (Mirabilis viscosa); Engordacabra (Dalea bicolor); Acahuale blanco (Bidens pilosa); Girasol morado (Cosmos bipinnatus); y Girasol (Helianthus annuus)



Figura 25. Especies comunes del área metropolitana de León Gto. Águila Pescadora (Pandion haliaetus); Perlita azulgris (Polioptila caerulea); Carpintero mexicano (Dryobates scalaris); y Mosquero cardenal (Pyrocephalus rubinus).

Indicador 5. Cambio en el número de especies de Aves nativas

Los cambios en la avifauna urbana están dados principalmente por factores a escala local que permiten mantener la viabilidad de las poblaciones, y que se relaciona principalmente con la heterogeneidad espacial en el paisaje urbano, determinada por la presencia y tamaño de fragmentos de vegetación (nativa); y la estructura y composición florística de dichos parches (Lepczyk *et al.,* 2017).

Hasta el momento, se ha registrado un total de 207 aves para la Ciudad (anexo 5). De estas, 73 especies son residentes (nativas); 112 son migratorias y 22 son exóticas. Asimismo, 4 se encuentran en la categoría de peligro de extinción, 13 sujetas a protección especial y 2 como amenazadas.

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

73 especies de aves nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

En la Ciudad de León, se registran en este estudio 73 especies de aves nativas, que se toman como línea base para el seguimiento y monitoreo del IBU en futuras evaluaciones (Figura 25 y Figura 26).

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien las aves son un grupo taxonómico ideal para entender y evaluar los efectos de la urbanización en la biodiversidad; se considera que el seguimiento de algunos parámetros poblacionales, en algunas especies de aves nativas que sean indicadoras (raras, en amenaza, etc.), pueden reflejar de manera más objetiva cambios en la avifauna urbana, puesto que, al considerar todas las aves, estas pueden tener respuestas diferenciales a los disturbios.

- Las especies migratorias requieren de recursos específicos para poder completar su ciclo migratorio, por lo que también son un grupo importante para determinar los impactos negativos sobre los hábitats y los cambios en la estructura de la comunidad avifaunística. Cabe señalar que la ciudad de León alberga anualmente 112 especies de aves migratorias, de las cuales ocho se encuentran bajo la categoría de protección especial. Por ello, se sugiere que deben de ser contempladas como un indicador complementario a este índice.



Figura 26. Especies raras del área metropolitana de León Gto. Tecolote enano (Micrathene whitneyi); Gorrión sabanero (Passerculus sandwichensis); Garrapatero pijuy (Crotophaga sulcirostris); y Cuervo común (Corvus corax).

Indicador 6a. Cambio en el número de especies de polinizadores- Mariposas nativas

Los estudios sobre la lepidopterofauna urbana resultan importantes debido a que algunas mariposas se usan como organismos bioindicadores para valorar los impactos de la urbanización y cambios ambientales y bióticos que pueden presentarse derivado de este proceso (Ramírez- Restrepo y MacGregor- Fors, 2016).

Además, las mariposas junto con las aves, son uno de los grupos más carismáticos y atractivos, por lo que han sido ampliamente utilizados en la educación ambiental, como un grupo ideal para reconectar a la gente con la naturaleza (Soga y Gaston, 2016).

Para este estudio se registran 44 especies de mariposas diurnas para la Ciudad de León (Anexo 6a). De estas, 43 son residentes y una, *Danaus plexippus* (la mariposa monarca) es migratoria; pero se incluye dentro del conteo de especies nativas debido a que también existe una población residente en León (Figura 27). Además, se consideró su relevancia a nivel internacional para la conservación de la biodiversidad.

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

44 especies de mariposas nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien, este inventario se considera como la línea base para el seguimiento del IBU, es recomendable realizar estudios complementarios que contemplen un mayor esfuerzo de muestreo durante diferentes épocas del año, debido a que hay especies de mariposas que solo se encuentran en momentos específicos del año.

- Algunas especies nativas de mariposas exhiben un grado de especialización muy elevado y únicamente son capaces de aprovechar unas pocas especies de plantas como alimento. Esta especialización también puede variar según la etapa fenológica de la especie hospedera. Este hecho se

traduce en un lazo muy marcado entre la composición de la vegetación de un lugar y la fauna de mariposas presentes en él. Por lo tanto, el conocer esta dependencia trófica permitiría valorar los cambios en la comunidad de mariposas urbanas, así como mejorar el diseño de áreas verdes en donde se incluyan las especies vegetales relevantes para el grupo.

- Como grupo carismático, pueden abanderar diferentes estrategias de educación ambiental, como impartición de talleres y clases de educación ambiental, que toquen temas relacionados con los elementos que conforman a la naturaleza, las interacciones sociedad-ambiente, además de acciones para la conservación de la biodiversidad. Para lograrlo es necesario involucrar, sensibilizar y concientizar a la ciudadanía, instituciones y empresas en la conservación de la flora y fauna urbana.

- Las mariposas son un grupo altamente sensible a los efectos del cambio climático. Diferentes estudios señalan cambios en la distribución latitudinal y altitudinal de algunas especies de mariposas, así como cambios en su fenología. Esto resulta tanto para especies nativas como para migratorias, por lo que puede provocar cambios en la composición de las especies y las comunidades de mariposas. Indicadores específicos para monitorear estos cambios, servirían para conocer los efectos del cambio climático a nivel local.



Figura 27. Mariposa sedosa verde mexicana (Callophrys xami); Mariposa emperador (Doxocopa laure); Azul del mezquite (Echinargus isola); Mariposa azufre gigante (Phoebis agarithe); Mariposa monarca (Danaus plexippus); y Mariposa reina (Danaus gilippus).



Indicador 6b. Cambio en el número de especies nativas de Polinizadores- Abejas y avispas

Los polinizadores, son un grupo de animales, principalmente insectos, que proveen de un servicio ecosistémico importante al facilitar la conectividad de los hábitats mediante el transporte de polen entre los individuos de una población o entre ellas. Por lo que se consideran un factor clave en la resiliencia de los ecosistemas y en el éxito reproductivo de la mayoría de las plantas (Ramírez- Segura y Wallace- Jones, 2016).

Las abejas y avispas (hymenoptera) y las mariposas (lepidoptera), son polinizadores frecuentes en las ciudades, por lo que son grupos útiles para monitorear condiciones ambientales de la ciudad, al ser bioindicadores (Figura 28).

Se registraron para la Ciudad de León, 17 especies nativas de abejas y avispas, que representan la línea base del IBU (Anexo 6b).

En el trabajo de campo se observó una mayor abundancia de la especie *Apis mellifera*, la cual es una especie introducida, favorecida por el manejo del hombre y que, al ser generalista, no es afectada por los procesos de urbanización. Sin embargo, el valorar los efectos que la presencia de esta especie puede tener sobre las abejas y avispas nativas, puede ser relevante para valorar los cambios.

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

17 especies de abejas y avispas nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

Discusión de resultados y recomendaciones

- Los polinizadores son un grupo esencial para diseñar estrategias de conservación en ambientes urbanos, dado que la viabilidad de muchas especies de plantas nativas depende de estos.

- A nivel local, existen acciones que se están implementando en algunas áreas verdes urbanas, como son jardines de polinizadores y hoteles de bichos (Dirección General de Medio Ambiente). Es relevante valorar si las especies nativas son las que están viéndose favorecidas por estas estrategias.

- Sin embargo, el montaje de los jardines para polinizadores debe ser reevaluado, ya que en su construcción se usan generalmente especies ornamentales (salvias, lantanas, etc.) que atraen solo a ciertos polinizadores, principalmente mariposas, abejas y abejorros. Estudios recientes muestran que mantener la diversidad de polinizadores nativos depende del uso en el paisaje de especies vegetales nativas, que consideren diferentes síndromes florales, adaptados a diferentes grupos de insectos polinizadores.



Figura 28. Abejorro de sonora (Bombus sonorus); Abeja melífera europea (Apis mellifera); Camoatí de bandas amarillas (Polybia occidentalis); y Abeja metálica verde del sudor (Augochlora pura).

Indicador 7. Cambio en el número de especies nativas de Anfibios y Reptiles

La herpetofauna asociada a hábitats urbanos, constituye un grupo indicador de la biodiversidad urbana, debido principalmente a su capacidad limitada de movimiento, y a su vulnerabilidad tanto a la contaminación como a los cambios en el microclima.

En términos generales, se considera que la calidad del hábitat nativo, y algunas características del paisaje urbano, tales como la cercanía a vías de comunicación, la densidad de áreas habitacionales y la cobertura de superficies impermeables, puede determinar los cambios en la composición de anfibios y reptiles de una urbe (Mitchell *et al.,* 2008).

De acuerdo a la revisión de diferentes estudios y bases de datos, así como las observaciones realizadas en el trabajo de campo, para la Ciudad de León se registran 8 especies nativas de anfibios y 12 especies nativas de reptiles (Figura 29).

Este listado debe tomarse como la línea base para el seguimiento futuro del IBU (Anexo 7).

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

12 especies nativas de reptiles y 8 especies nativas de anfibios registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

Discusión de resultados y recomendaciones

- Respecto de los anfibios, cabe señalar que son un grupo sensible a las alteraciones del hábitat, pese a ello, aún se encuentran dentro de la zona urbana de León.

- Fue relevante que, dentro de los reptiles, las tortugas se concentran en los sitios que albergan un cuerpo de agua perenne, no hubo sitio con algún cuerpo de agua en el que no se registrara su presencia. Por el contrario, las lagartijas se ubicaron en mayor cantidad en la periferia de la mancha urbana. Cabe señalar que *Sceloporus gramminicus*, fue la única que se registró en panteones y parques dentro de la ciudad. De igual forma las

serpientes se encuentran con mayor frecuencia en la periferia de la zona urbana.

- Es muy relevante que entre los reptiles el 53.3 % se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana de especies en riesgo; de igual forma el 37.5 % de los anfibios está protegido. En contraste, entre las aves solo el 9.1% de especies se encuentra bajo riesgo.

- Por lo antes mencionado, la fragmentación de hábitats y la reducción o eliminación de cuerpos de agua dentro de áreas urbanas, puede afectar sensiblemente la presencia de algunas especies de anfibios y reptiles.

- La educación ambiental en las ciudades, que enfatice la importancia ecológica y estética de las especies nativas es indispensable para su conservación. Esto es importante en algunas áreas verdes y jardines ubicados en fraccionamientos privados de la Ciudad, que presentan cuerpos de agua y otros hábitats donde pueden encontrarse especies de anfibios y reptiles, y en donde, por desconocimiento y temor, el manejo que pueden darles a estos animales no suele ser el adecuado, generalmente sacrificándolos. El desarrollo de manuales específicos para el manejo de este tipo de fauna, para personal administrativo y de mantenimiento de dichas áreas, así como para personal de protección civil, puede contribuir a reducir estas situaciones.



Figura 29. Rana de las rocas (Hyla arenicolor); Rana leopardo (Lithobates berlandieri); Lagartija espinosa de collar (Sceloporus torquatus); Lagartija espinosa del mezquite (Sceloporus grammicus); y Tortuga pecho quebrado (Kinosternon integrum).

Indicador 8. Cambio en el número de especies nativas de mamíferos

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

15 especies de mamíferos nativas registradas para la Ciudad

LÍNEA BASE

0 puntos: mantenimiento o disminución del número de especies nativas

1 punto: incremento de 1 especie

2 puntos: incremento de 2 especies

3 puntos: incremento de 3 especies

4 puntos: incremento de 4 o más especies

Son pocos los mamíferos silvestres que se adaptan a la vida dentro de las ciudades, generalmente quedan aislados dentro de los parches de vegetación que constituyen los parques y áreas naturales adyacentes. Los dos grupos más numerosos son los roedores y los murciélagos. Sin embargo, hay pocos registros de ambos grupos para la ciudad de León, debido a la falta de estudios específicos para ambos grupos.

Se registraron 15 especies en el municipio (Figura 30), entre ellos, el lince (*Lynx rufus*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) son catalogados como prioritarios para su conservación (Sánchez et al., 2016). Ambas especies son avistadas hacia el norte del municipio (Anexo 8).

Discusión de resultados y recomendaciones

- Debido a la importancia de los murciélagos como controladores de plagas y para el proceso de polinización, se debe de hacer un inventario de las especies que se encuentran dentro de la ciudad. De igual forma, se debe de considerar, en la planeación de los jardines y parques urbanos, incorporar especies vegetales que favorezcan su presencia.

- Los gatos y perros en la Ciudad y periferia constituyen especies ferales, cuyas poblaciones se deben de controlar, ya que impactan a otros grupos de animales nativos, como aves y lagartijas.

- La presencia de algunas especies como los tlacuaches, cacomixtles o zorras es frecuente en espacios suburbanos. Es estas zonas es necesario establecer un protocolo para el manejo de estas especies, además de generar materiales de educación ambiental para que los habitantes aprendan a convivir con ellas.

Figura 30. Conejo serrano (Sylvilagus floridanus); Lince americano (Lynx rufus); Ardilla vientre rojo (Sciurus aureogaster var. nigrescens); y Ardilla vientre rojo (Sciurus aureogaster).



Indicador 9. Proporción de áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas son sitios sujetos a un manejo especial, con la finalidad de proteger los servicios ecosistémicos y el patrimonio natural y cultural que se presenta en la misma. En México, existen distintos tipos de áreas naturales protegidas de acuerdo a su jurisdicción (federal, estatal o municipal), así como los objetivos de conservación asociados.

A nivel municipal

Para el Municipio de León, existen cinco Áreas Naturales Protegidas (ANP) que comprenden en total 48,865 hectáreas, equivalentes al 38.17% de la superficie municipal. Dos ANP son de nivel estatal: Sierra de Lobos y Parque Metropolitano; y tres de carácter municipal: una ya cuenta con su declaratoria, Cañada Arroyo Hondo; y las otras dos se encuentran en ese proceso (La Patiña), pero ya se encuentran reconocidas en el actual Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial (PMDUOET, *en proceso de publicación*) bajo un esquema de protección.

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

38.17% **superficie municipal**

0 puntos: < 1.4%

1 punto: 1.4%-7.3%

2 puntos: 7.4%-11.1%

3 puntos: 11.2%- 19.4%

4 puntos: > 19.4%

A nivel de la Ciudad de León

El Parque Metropolitano Norte, y el ANP Cañada Arroyo Hondo, son las áreas naturales protegidas que se ubican dentro del límite urbano. También existe un estudio técnico para valorar la inclusión del Parque Las Joyas entre las ANP locales. En conjunto estas ANP tienen un área de 533.65 hectáreas, que equivalen al 2.3% de la superficie urbana.

Puntuación según el Índice de Singapur

2/4

2.3% **superficie urbana**

0 puntos: < 1.4%

1 punto: 1.4%-7.3%

2 puntos: 7.4%-11.1%

3 puntos: 11.2%- 19.4%

4 puntos: > 19.4%

Discusión de resultados y recomendaciones

Debe incrementarse la superficie de ANP urbanas, haciendo hincapié en la necesidad su declaratoria (para las que aún no cuentan con su decreto), así como de su respectivo Programa de Manejo, e incluir bajo alguna categoría de protección, bajo un sustento legal, a otras áreas verdes dentro de la zona urbana que ameriten dicha protección.

Indicador 10. Especies invasoras

Las especies exóticas son organismos que se encuentran fuera de su distribución natural; en hábitats que no les son adecuados. Sin embargo, cuando las condiciones locales les favorecen se produce una abundancia inusual, cuya consecuencia son alteraciones en la diversidad y estructura poblacional de otros componentes del ecosistema.

Las condiciones ambientales cambiantes (fenómenos climáticos extremos) facilitan el establecimiento de especies introducidas o exóticas, que podrían volverse invasoras y con ello promover la extinción local de especies nativas.

Es importante distinguir entre las especies exóticas y las especies que se han convertido en invasoras. En León, existen 64 especies vegetales exóticas, de las cuales 26 se consideran invasoras y 27 animales exóticos con potencial invasivo, de los cuales 8 se consideran invasores (Anexo 9).

Puntuación según el Índice de Singapur

Línea base

7.1% promedio de spp de plantas invasivas relativas a los registros de spp de plantas nativas (26/364 = 7.1%)

3.24% promedio de spp de animales invasores relativos a los registros de spp de animales nativos (8/247 = 3.24%)

0 puntos: > 30.0%

1 punto: 20.1%-30.0%

2 puntos: 11.1%-20.0%

3 puntos: 1.0%- 11.0%

4 puntos: < 1.0%

Discusión de resultados y recomendaciones

- En la Ciudad de León se consideran invasivas 26 especies vegetales, todas se han establecido en el área urbana y periurbana y se están reproduciendo *per se*, que es una condición determinante para considerar invasiva a una especie. Dentro de las otras 38, se encuentran especies muy recurridas por los arquitectos y constructores (*e. g*. palmas, jacarandas) para amenizar el paisaje urbano, pero no se reproducen libremente. Habrá que promover el uso de la flora local, cuyos costos de mantenimiento serán mínimos.

- Los muérdagos son especies nativas, que han experimentado un inusual crecimiento dentro de las ciudades. El control natural de estas especies son las heladas; sin embargo, la disminución de la frecuencia de este fenómeno, aunado al efecto de islas de calor que se experimenta dentro de la ciudad, podría estar promoviendo su exacerbado crecimiento. En los trabajos de

campo, esta hemiparásita se registró en 17 especies de árboles exóticos y nativos en la ciudad de León (Figura 31).

- Actualmente hay un programa para el control del muérdago, que el 2019 atendió 33 sitios diferentes; en 2020 se planea aumentar este esfuerzo a 100 sitios. Sin embargo, se deben de investigar las causas que están ocasionando el crecimiento acelerado de esta plaga, ya sean los factores abióticos (clima) o los bióticos (dispersores) y su efecto sinérgico. También debe de ser una prioridad, la identificación de las especies de muérdago más invasivas. Finalmente, será importante evaluar la contribución del muérdago como recurso para otros organismos (Aves e insectos).

- La *Cuscuta spp*, es una planta parásita que está invadiendo diferentes plantas, y que cada vez es más frecuente verla en la ciudad de León. Se conoce que esta maleza puede causar pérdidas de 50 al 75% en el rendimiento de los cultivos (DGSV-CNRF, 2016), por ello es muy importante invertir en su control ya que actualmente no se encuentra ampliamente distribuida en León, pero ya se le detectó en varios sitios.

- El municipio debe de generar un listado de especies exóticas con potencial invasivo, y estimar los umbrales de presencia en la zona urbana, para poder hacer una intervención oportuna para su control. Es importante mencionar que hace 8 años se advirtió que el muérdago iba a ser un problema en las áreas verdes, su falta de control oportuno lo ubican hoy día como la principal plaga vegetal del municipio.

- Entre los animales exóticos, son ocho los que se consideran como invasivos, debido a que su número y reproducción en ambientes naturales es común. De cuidado son los perros y gatos ferales, que en ambientes naturales depredan una enorme cantidad de animales silvestres, y que podrían ser portadores de rabia.

- Entre las aves, son varias las especies consideradas como invasivas. Particularmente palomas, tordos, estorninos y perico monje (Figura 23) son los que ejercen un grave impacto sobre las aves nativas (Pineda-López *et al*., 2013). Por lo que se deben de emprender acciones para su control o erradicación. El perico monje daña la cobertura forestal, ya que la construcción de sus nidos es comunal y de gran envergadura, compiten por la disponibilidad de alimento con especies nativas, como los carpinteros. También se conoce que dañan la infraestructura eléctrica.

- Finalmente, la tortuga pinta (*Trachemys scripta elegans*), fue detectada en todos los cuerpos de agua dentro de la Ciudad de León, esta especie considerada dentro de las 100 especies más invasivas en el mundo, se ha

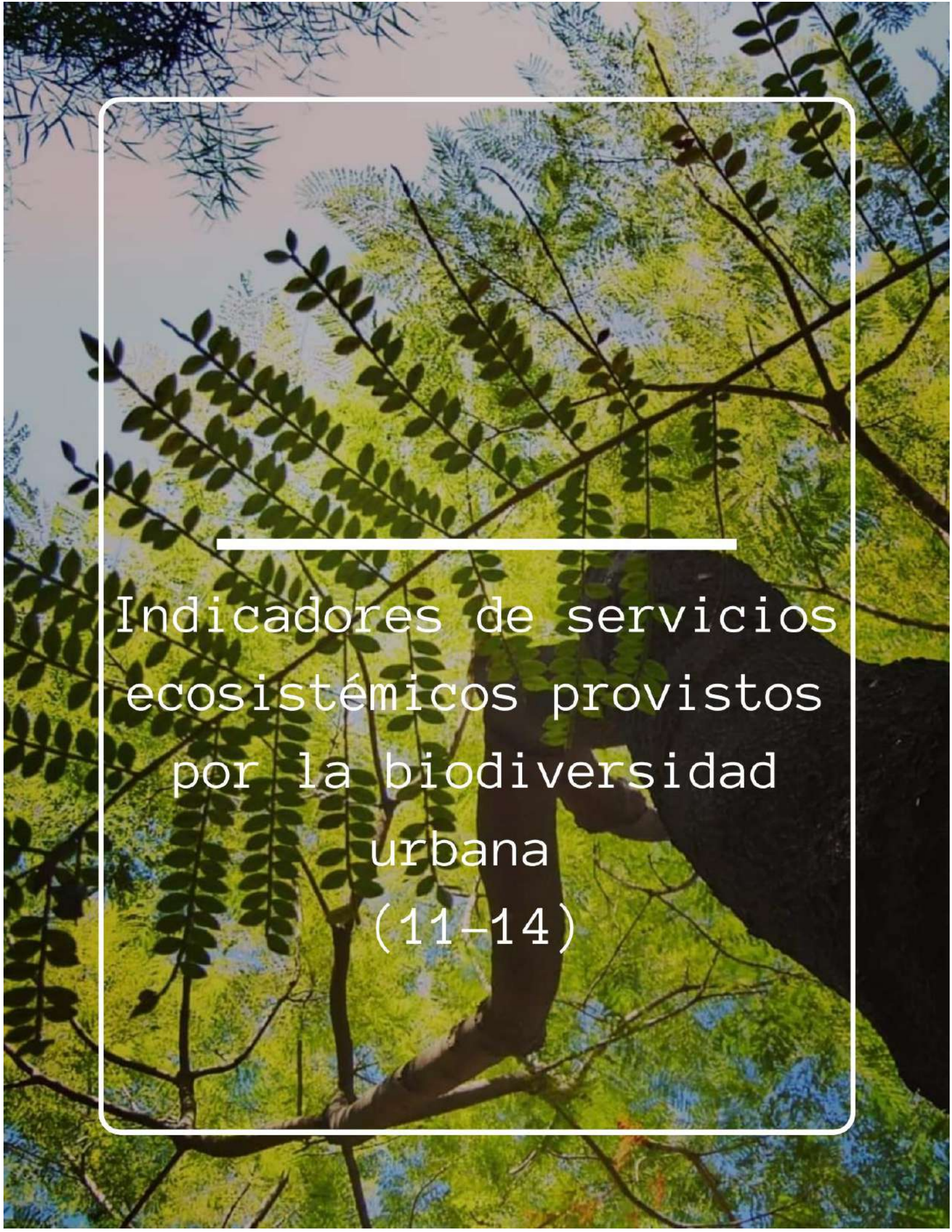
descrito como un elemento en el ecosistema que desplaza a especies nativas. Cabe señalar que en los recorridos de campo no se detectó a la Tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*) que solía verse en algunos de los cuerpos de agua dentro de la ciudad. Hará falta estudios específicos que revisen si ha ocurrido un desplazamiento de esta especie por la invasión de la tortuga pinta.



Figura 31. Plantas de muérdago parasitando una Casuarina y una Ceiba



Figura 32. Animales invasores en León. Tortuga pinta (Trachemys scripta elegans); Mirlo dorso canela (Turdus rufopalliatus); Paloma doméstica (Columba livia); y Perico monje (Myiopsitta monachus).



Indicadores de servicios ecosistémicos provistos por la biodiversidad urbana (11-14)

Indicador 11. Regulación de la cantidad de agua

Los ecosistemas urbanos desarrollan también una función en la regulación de la escorrentía de las aguas superficiales y las inundaciones asociadas. La vegetación, especialmente los árboles, interceptan el agua de la precipitación y la mantienen temporalmente en la superficie de su dosel reduciendo así su flujo hacia el suelo (Xiao y McPherson, 2002). Además, la vegetación también mitiga el efecto de las inundaciones al aumentar la infiltración a través del suelo (Dunne *et al.,* 1991).

Para determinar las áreas potencialmente permeables, se estimó indirectamente un parámetro denominado como "K", que se utiliza para determinar el *coeficiente de escurrimiento* dentro de un balance hídrico (Anexo 10).

A partir de los valores obtenidos del cálculo de "*K*", se reconocieron áreas que tienen permeabilidad muy alta, alta, media, baja e impermeables. Para la estimación del indicador se consideraron las áreas de permeabilidad alta y muy alta, y según su aproximación espacial (municipal o urbana) se obtuvo la proporción de las mismas.

Superficie permeable en el municipio

El 42.35% de la superficie municipal presenta áreas de muy alta permeabilidad, el 29.43% es alta; el 11.27% es media; el 3.83% es baja y el 13.12% es impermeable (Figura 33).

Puntuación según el Índice de Singapur

3/4

71.78% **superficie municipal**

0 puntos: < 33.1%

1 punto: 33.1% - 39.7%

2 puntos: 39.8% - 64.2%

3 puntos: 64.3% - 75.0%

4 puntos: > 75.0 %

Superficie permeable en la Ciudad de León

A nivel urbano, el 1.6% de la superficie de la Ciudad presenta permeabilidad muy alta y el 2.04% alta; las cuales corresponden a las áreas verdes, algunas zonas residenciales con zonas permeables. El 27.9% de la superficie urbana tiene permeabilidad media, el 3.12% baja y el 65.35% se consideran zonas impermeables (Figura 34).

Puntuación según el Índice de Singapur

1/4

3.64% **superficie urbana**

0 puntos: < 33.1%

1 punto: 33.1% - 39.7%

2 puntos: 39.8% - 64.2%

3 puntos: 64.3% - 75.0%

4 puntos: > 75.0 -%

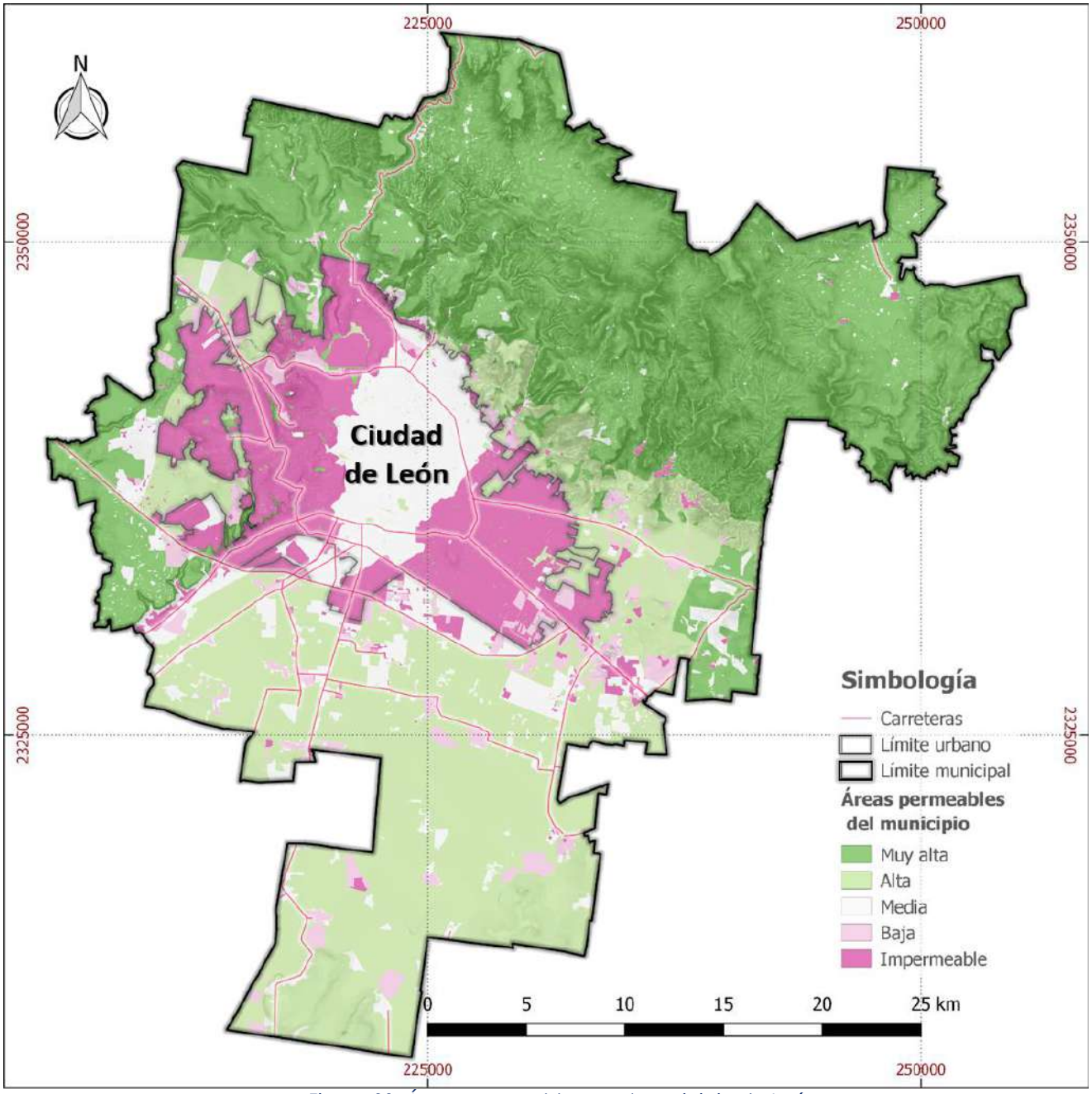


Figura 33. Áreas permeables en el municipio de León

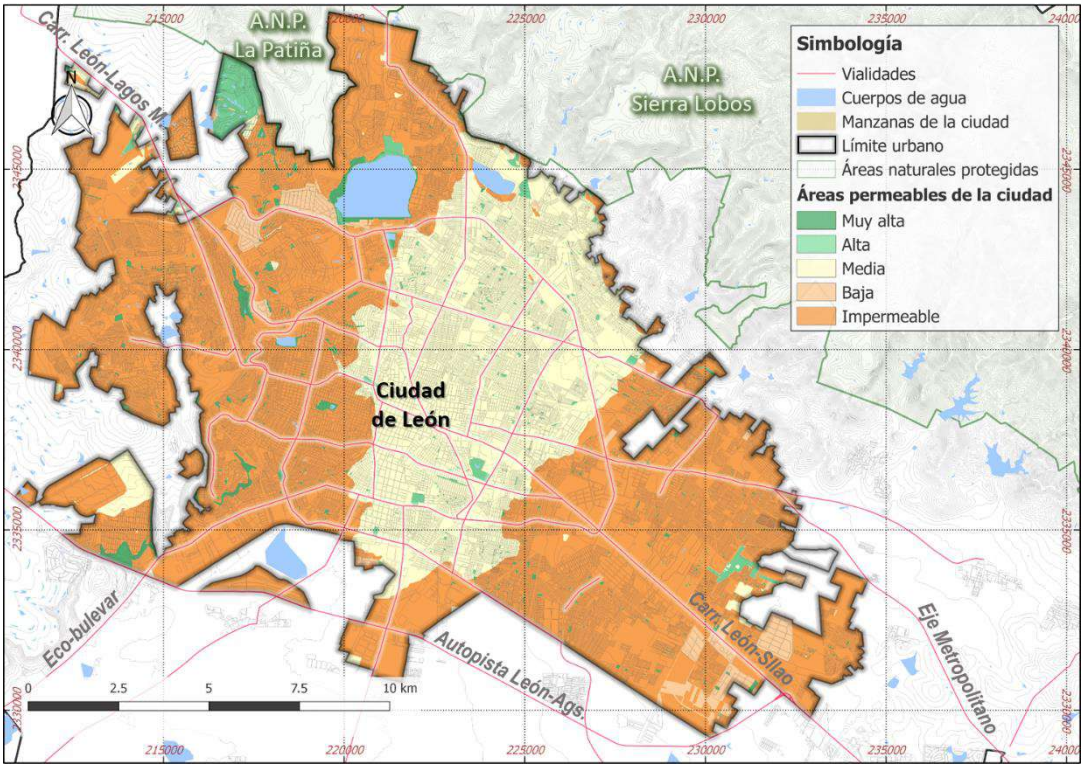


Figura 34. Áreas permeables en la Ciudad de León

Discusión de resultados y recomendaciones

- Existen algunos parámetros de las condiciones de características constructivas de pavimentación o edificaciones en la Ciudad, que pueden implicar cambios en la superficie permeable de la zona urbana y que, de tenerse la información, permitirían ajustar el modelo de estimación aquí considerado en futuras evaluaciones del IBU.

- Los resultados a nivel municipal y urbano, señalan la necesidad de incrementar las áreas permeables en ambas escalas. A nivel municipal, se deben continuar los proyectos de restauración ecológica de la zona norte del municipio, principalmente en áreas sin vegetación aparente donde se registran altos grados de erosión (IMPLAN, 2013; IMPLAN, 2014a; PMDUOET, *en publicación)*, y que contribuyen al incremento de la escorrentía superficial. Asimismo, promover la restauración de los cauces naturales.

- A nivel urbano, aunado al incremento de la superficie de áreas verdes urbanas, deben promoverse acciones de implementación de infraestructura verde, y la utilización de materiales constructivos permeables en los nuevos proyectos urbanos.

Indicador 12. Regulación climática. Captura de carbono y efecto de enfriamiento de la vegetación

La cobertura de copa de la vegetación determina, entre varios aspectos, la captura de carbono, aspectos microclimáticos determinados por la sombra, el filtro de partículas finas en el aire, actúa como una barrera contra el viento, además que determina el crecimiento del árbol.

Para la estimación de este servicio ecosistémico del arbolado urbano, se realizó el análisis de una imagen satelital Sentinel 2 (Anexo 11).

Según este análisis, la cobertura arbórea en la Ciudad de León es equivalente a 2,719.58 hectáreas, lo que representa casi el 12% de la superficie total urbana (Figura 35).

La mayor cobertura se presenta al poniente de la Ciudad, debido a las áreas arboladas de algunos fraccionamientos residenciales, así como la mayor distribución de parques públicos y áreas naturales en esta parte de la urbe.

Puntuación según el Índice de Singapur

1/4

Cobertura de copa X 100

Área total de la Ciudad

2719.5 x 100/ 23,0 83

11.8% cobertura de copa

0 puntos: < 10.5%

1 punto: 10.5% - 19.1%

2 puntos: 19.2% - 29.0%

3 puntos: 29.1% - 59.7%

4 puntos: > 59.7%

Discusión de resultados y recomendaciones

- Aunque el método utilizado para la estimación de este indicador proviene del análisis espacial de una imagen compuesta, cuya interpretación considera un factor de error derivado de la escala de aproximación, los resultados en general señalan que existe un déficit de cobertura arbórea en la Ciudad, considerando que el ranking propuesto en el Índice de Singapur para evaluar este indicador, considera la cobertura necesaria para que una urbe pueda mitigar los efectos de isla de calor y cambio climático.

- Es importante considerar que dentro de la mancha urbana existen especies arbóreas introducidas como Eucaliptos, jacarandas, laurel de la india y palmeras, entre otras; que si bien, su cobertura de copa proporciona sombra, lo que tiene un efecto microclimático; pueden demandar altas cantidades de agua, lo que tiene implicaciones en su mantenimiento.

- Es recomendable indagar más sobre la capacidad transpiratoria y el índice de área foliar de distintas especies, para realizar arreglos dentro del arbolado urbano que promuevan inicialmente la mezcla de las especies introducidas existentes, con especies nativas, considerando también el uso estratégico de las especies, incluyendo vegetación con follaje perenne y caducifolio, considerando que existen plantas nativas que durante algunas temporadas del año no transpiran por la pérdida de sus hojas, ni tampoco contribuyen al enfriamiento o regulación térmica del sistema urbano. Se recomienda revisar los manuales con los que cuenta el municipio como el Manual Paleta Vegetal.

- Para una evaluación del potencial de captura de carbono del arbolado urbano, se recomienda realizar muestras aleatorias que a partir de ecuaciones alométricas (diámetro a la altura del pecho, volumen del árbol, altura, densidad de la madera, edad y estado del árbol, y especie) puedan valorar la biomasa de la vegetación urbana. Se pueden utilizar modelos de cómputo como "Modeloteca" de Conafor (Conafor, 2012) o "*i-tree*" del Servicio Forestal de Estados Unidos (USDA, 2014) para realizar estimados de captura y almacenamiento de carbono, utilizando los valores de las muestreas.

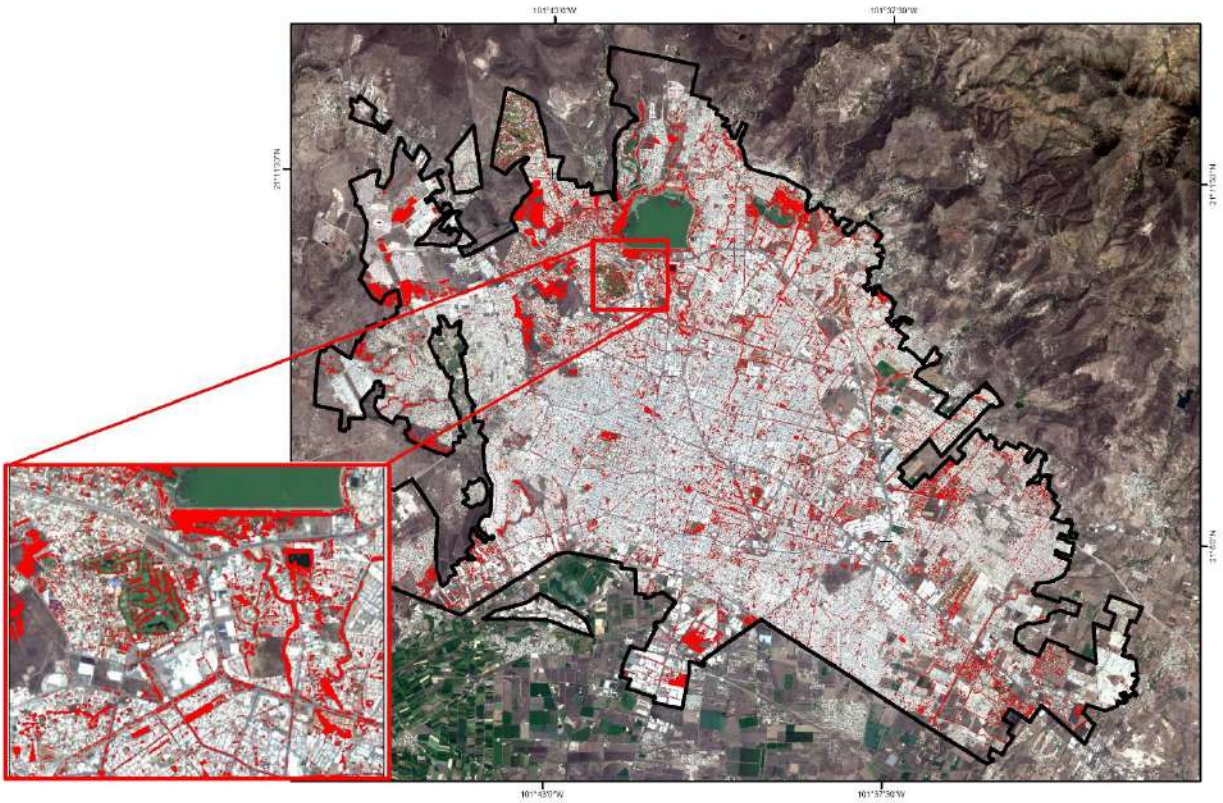


Figura 35. Cobertura de copa arbórea de la Ciudad de León, obtenida a partir del análisis de una imagen Sentinel 2.

Indicador 13. Servicios recreativos y educativos. Accesibilidad a las Áreas verdes y áreas naturales

Las áreas verdes y espacios naturales dentro del contexto urbano, cuentan con dos dimensiones de beneficios: la social o humana y la ecológica o ambiental. Desde el punto de vista social, destaca la capacidad que tienen estos espacios de generar identidades colectivas, y las condiciones vinculadas al confort y calidad de vida (salud) de los usuarios a nivel local. Estas características están relacionadas a la accesibilidad que la ciudadanía tiene a estos espacios, la cual depende de la distancia, de la movilidad determinada por los medios de transporte, y de la diversidad y la distribución de estas áreas dentro de la Ciudad (Le Texier *et al.*, 2018).

Para el cálculo de este indicador se consideraron las áreas verdes públicas en la Ciudad (parques metropolitanos, parques urbanos y jardines públicos), y las zonas accesibles a las áreas naturales protegidas. La superficie total de estas áreas equivale a 1023.01 ha. Se consideró la población urbana estimada según los tabulados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015), es de 1,357,618.36 habitantes que residen en la Ciudad de León.

Considerando lo anterior, hay aproximadamente **0.754 ha por cada 1000 habitantes en León**.

Puntuación según el Índice de Singapur

3/4

Área de parques, áreas verdes y áreas naturales protegidas

1000 personas

0 puntos: < 0.1 ha/1000 personas

1 punto: 0.1- 0.3 ha/ 1000 personas

2 puntos: 0.4 – 0.6 ha/1000 personas

3 puntos: 0.7- 0.9 ha/ 1000 personas

4 puntos: > 0.9 ha/ 1000 personas

Discusión de resultados y recomendaciones

- Se considera que este indicador no es lo suficientemente robusto para medir las condiciones de accesibilidad a las áreas verdes y naturales. En la Ciudad de León, existen diferentes tipos de áreas verdes, que van de parques metropolitanos, parques urbanos, parques de barrio y parque vecinal. Cada uno de estos espacios tiene dimensiones y características distintas en términos de su estructura, diseño y calidad ambiental. Al evaluarse por separado, puede considerarse el déficit existente, particularmente en parques urbanos y parques metropolitanos.

- La "accesibilidad" también debe medirse en términos de la inclusión que presentan los espacios naturales para diferentes grupos, como personas con discapacidad (lo que representa condiciones de equipamiento específico), colonias ubicadas en polígonos de pobreza (que únicamente acceden a espacios públicos).

- Por otro lado, las áreas verdes de menor superficie, como pequeños jardines y zonas vegetadas dentro de espacios pavimentados y construidos (muros y techos verdes), también resultan relevantes para la provisión de servicios recreacionales y de esparcimiento social, principalmente en las zonas habitacionales e industriales de la Ciudad y no son contabilizados dentro de estos indicadores.

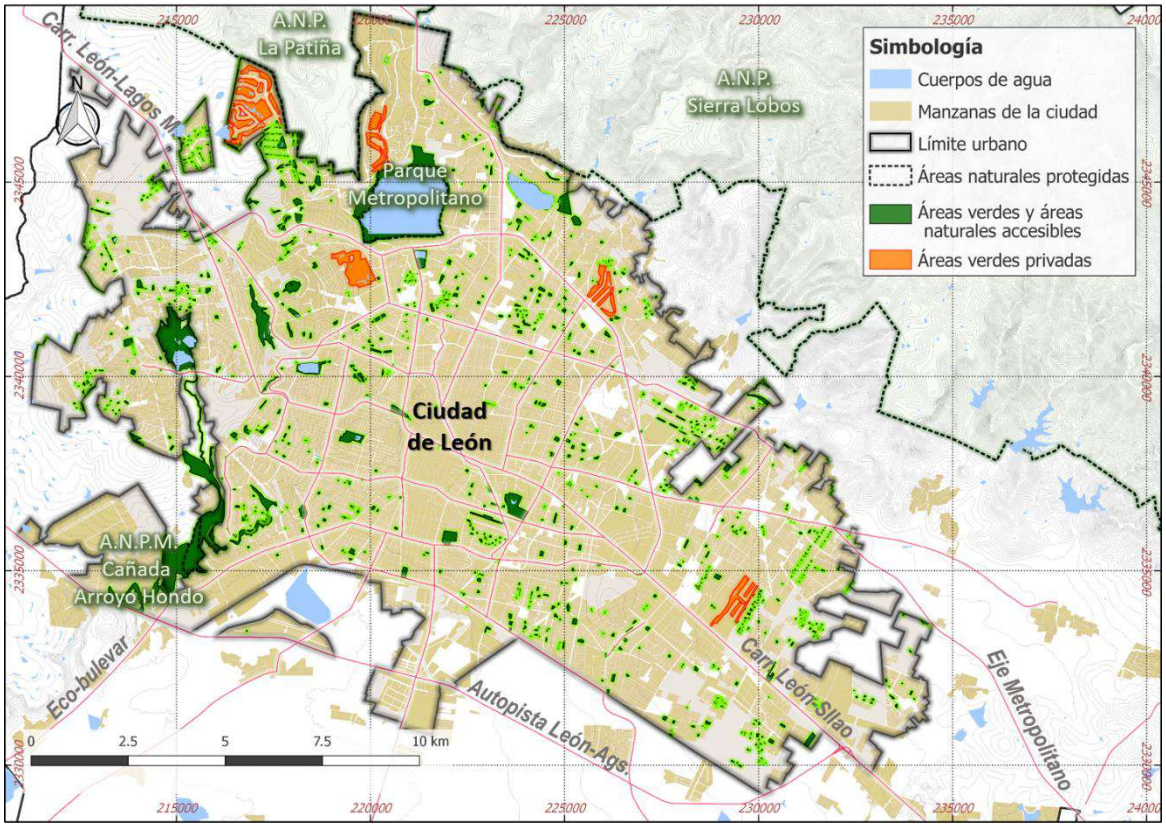


Figura36. Áreas verdes públicas y áreas naturales accesibles en la Ciudad de León

Indicador 14. Servicios recreativos y educativos. Número de visitas formales educativas por niño menor de 16 años, a parques y áreas naturales al año

Para 2015, en el municipio se registró una población total de 365,860 niños y jóvenes entre los 3 y 14 años de edad, de los cuales el 85% (310,981 hab) presentaron asistencia a educación preescolar, primaria y secundaria. (INEGI, 2015). Esta es la población base sobre la cual debería contabilizarse el porcentaje de estudiantes que visita algún parque o área natural protegida como parte de su programa de educación formal.

De acuerdo a la información provista por los principales parques ubicados en la Ciudad, para el 2019, el Parque Zoológico de León registró 580 visitas escolares, atendiendo 49,196 estudiantes, de los cuales el 29% fueron de preescolar, 50% de primaria y 9% de secundaria. El Parque Metropolitano registró para el periodo 53 visitas escolares, atendiendo a 4,896 personas, de las cuales 27% fueron alumnos de preescolar, 50% primaria y 10% de secundaria (todos de menos de 16 años).

Considerando los datos anteriores, un total de 47,487 alumnos entre 3 a 16 años, visitaron algún parque de la Ciudad en 2019, lo que representa el 15% de la población municipal en este rango de edad. En total, se contabilizaron 633 visitas escolares, que, dividido entre el número total de estudiantes entre 3 y 14 años de edad, se obtuvo un promedio de 0.2 visitas educativas formales/ año.

Puntuación según el Índice de Singapur

0/4

0.2 Promedio de visitas formales educativas/ año por niños menores de 16 años

0 puntos: 0 visitas formales educativas/ año

1 punto: 1 visitas formales educativas/ año

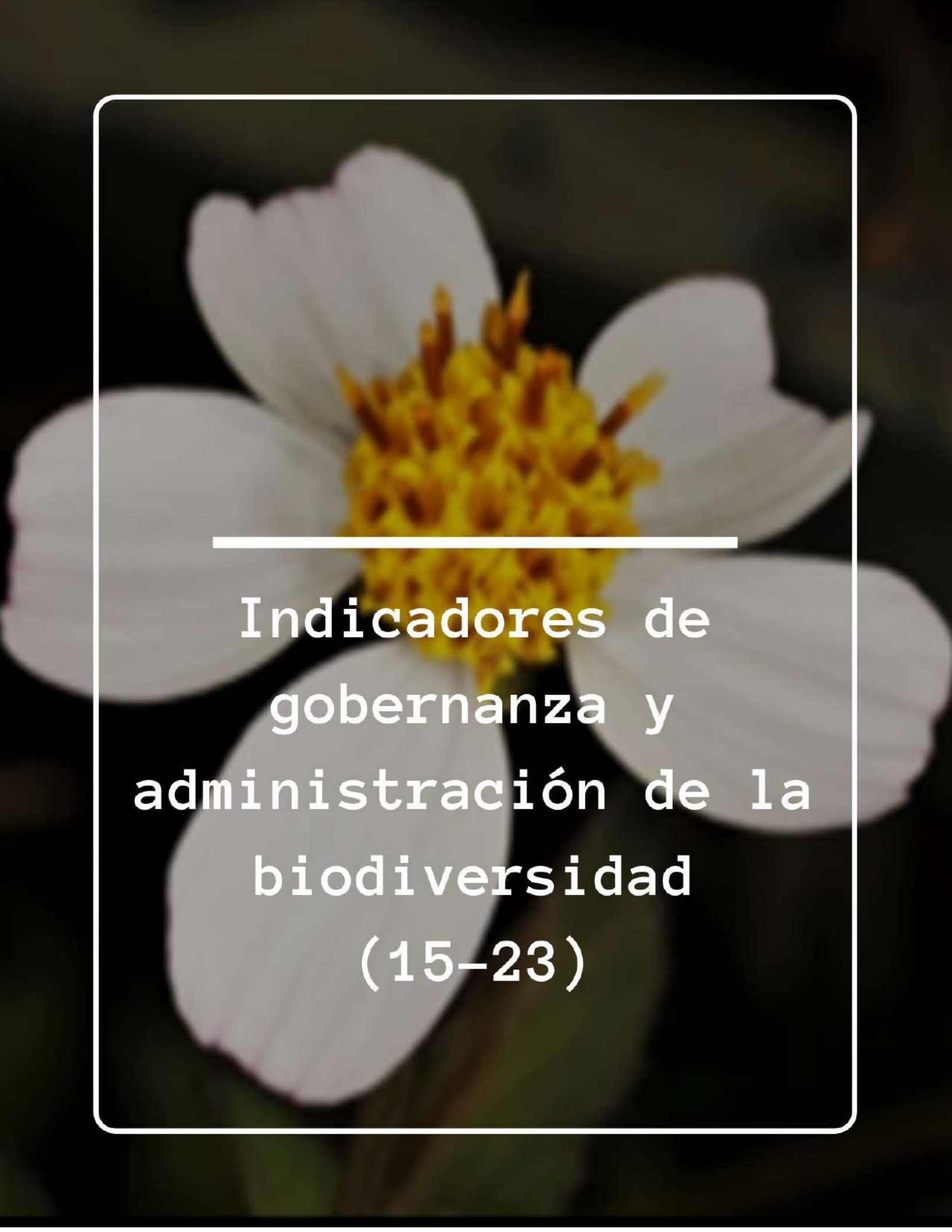
2 puntos: 2 visitas formales educativas/ año

3 puntos: 3 visitas formales educativas/ año

4 puntos: >3 visitas formales educativas/ año

Discusión de resultados y recomendaciones

- Se deben incrementar las estrategias de difusión de los parques desde el punto de vista educativo, de manera que la visita a los mismos, sea una parte complementaria de la educación ambiental a nivel básico en el municipio.
- Asimismo, deben contabilizarse las visitas escolares a otras áreas verdes y a las áreas naturales, lo que también requiere de la sistematización de las mismas por parte de los responsables administrativos de dichos espacios.



Indicadores de gobernanza y administración de la biodiversidad (15-23)

Indicador 15. Presupuesto destinado a la biodiversidad

El indicador busca evaluar el compromiso de la Ciudad hacia el cuidado del medio ambiente y la biodiversidad, considerando el presupuesto asignado por la administración local a este rubro, aunque también puede incluir fondos del sector privado.

Para evaluarlo, se solicitó información sobre los presupuestos asignados por diferentes Direcciones municipales, por el IMPLAN y los parques locales a programas y proyectos específicos vinculados con la preservación del medio ambiente y la biodiversidad municipal (anexo 12).

De acuerdo al Presupuesto de Egresos del Municipio de León, para el ejercicio fiscal 2019 (modificación del presupuesto establecida en el acta de Cabildo del 14 de marzo de 2019), el monto total del presupuesto de egreso para el municipio fue de 6,815,590,076 pesos.

Puntuación según el Índice de Singapur

1/4

1.8% del Presupuesto de egresos municipal fue para biodiversidad

0 puntos: < 0.4%

1 punto: 0.4%- 2.2%

2 puntos: 2.3%- 2.7%

3 puntos: 2.8% - 3.7%

4 puntos: > 3.7%

El presupuesto de egresos para el ejercicio 2019, asignado a la Dirección General de Medio Ambiente, al Instituto Municipal de Planeación de León, al Parque Zoológico de León, al Parque Explora, y al Parque Ecológico Metropolitano, representó aproximadamente el 3% del total del presupuesto de egresos municipal. Es de señalar, que más de la mitad de dicho presupuesto de egresos (54%), fue destinado a proyectos relativos a temas de biodiversidad. Este monto, equivalente a 124,367,367.1 pesos, representa el 1.8% del total del presupuesto de egresos municipal.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Es recomendable que, para futuras evaluaciones, se incluyan los montos que destinaron otras direcciones e instancias municipales (como SAPAL) a programas y proyectos de biodiversidad, y que no pudieron integrarse en esta evaluación. De igual forma, incluir los montos privados (como los procedentes de instituciones académicas y otras organizaciones no gubernamentales).

- Asimismo, se recomienda generar indicadores complementarios que permitan especificar el tipo de inversión referente a los proyectos de biodiversidad. Por ejemplo, mantenimiento de parques, educación ambiental (materiales de difusión), estudios y diagnósticos, etc.

Indicador 16. Número de proyectos de biodiversidad aplicados por la Ciudad al Año

Existen diferentes proyectos y programas municipales enfocados a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, de los cuales, algunos son planteados a escala municipal, pero también tienen incidencia dentro de la Ciudad, mientras que otros aplican únicamente dentro del área urbana.

Algunos de estos proyectos se encuentran en etapa de planeación o diseño y otros ya se están implementando o evaluando. Diferentes Direcciones, Institutos y parques son responsables de los mismos, algunos implican la participación o cooperación entre dos o más instancias.

Se identificaron 43 proyectos en el municipio que directa o indirectamente se relacionan con la biodiversidad de la Ciudad (Anexo 13).

Puntuación según el Índice de Singapur

3/4

43 proyectos relativos a la biodiversidad urbana se aplican en León

0 puntos: < 12 programas/ proyectos

1 punto: 12- 21 programas/ proyectos

2 puntos: 22- 39 programas/ proyectos

3 puntos: 40- 71 programas/ proyectos

4 puntos: > 71 programas/ proyectos

Discusión de resultados y recomendaciones

- En el listado de proyectos únicamente se consideran los de índole municipal, que si bien, en algunos casos provienen de programas o proyectos de apoyo estatal o federal, son las dependencias municipales las encargadas de diseñarlos o ejecutarlos.

- Es necesario complementar el listado con los programas y/o proyectos estatales o federales que puedan aplicar según sea el caso y que no sean desarrollados por alguna instancia municipal.

- Asimismo, considerar aquellos de índole privado con puedan aplicarse a la temática de biodiversidad urbana.

- Existe mucha subjetividad en cuanto a cuáles proyectos o programas pueden considerarse pertinentes al tema de biodiversidad y cuáles deben ser excluidos. Se recomienda que dentro del manual se especifiquen mejor el tipo de proyectos a considerar.

Indicador 17. Políticas, normas y reglamentos- existencia de una Estrategia de Biodiversidad Local y Plan de Acción

A nivel nacional existe una **Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y su Plan de Acción 2016- 2030**, documento rector de la normativa y las estrategias regionales y locales para la conservación de la biodiversidad, que implementa iniciativas de la CBD.

A nivel estatal existe una **Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad de Guanajuato** (ECUSBEG) (CONABIO y IEEG, 2015), representando el marco legal e institucional sobre el cual se sustentan las iniciativas locales.

Asimismo, a nivel estatal el **Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET, P.O 2019)**; actualmente es el marco referente de la planeación del Estado en el que se vinculan las Metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con las estrategias de conservación de los recursos naturales, su aprovechamiento y el desarrollo urbano.

A nivel municipal, no existe como tal una Estrategia local sobre Biodiversidad. Sin embargo, el **Plan Municipal de Desarrollo León hacia el Futuro, Visión 2045 y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial** (En proceso de publicación), son los marcos normativos locales que dirigen la planeación y el desarrollo del municipio, y que regulan sus esquemas de aprovechamiento, ocupación y conservación. Dentro de estos instrumentos, se plantean programas estratégicos con enfoque territorial, que se alinean con varias iniciativas del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), entre los que se encuentran:

1. **Programa de Conservación de Áreas Naturales,** que considera diferentes esquemas de conservación de espacios naturales y protegidos, así como la valoración e integración de los servicios ecosistémicos en dichas áreas.

Puntuación según el Índice de Singapur

3/4

Línea base

0 puntos: No hay una Estrategia de Biodiversidad Local y Plan de Acción (LBSAP en inglés)

1 punto: LBSAP no alineada con NBSAP (Estrategia Nacional sobre Biodiversidad)

2 puntos: LBSAP incorpora elementos de NBSAP, pero no incluye ninguna de las iniciativas del CBD

3 puntos: LBSAP incorpora elementos del NBSAP, e incluye de una a tres iniciativas del CBD

4 puntos: LBSAP incorpora elementos del NBSAP, e incluye cuatro o más iniciativas del CBD

2. **Programa de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático**, en el cual se reconoce a la Biodiversidad y su conservación, como una acción prioritaria a considerar dentro del municipio para poder mitigar y adaptarse al cambio climático. Sobre este programa se sustenta como proyecto prioritario la Determinación y Seguimiento del Índice de Biodiversidad Urbana de la Ciudad de León. Asimismo, el programa sustenta otros proyectos y acciones como el de Infraestructura verde y el Sistema municipal de parques.
3. **Programa de educación ambiental,** el cual busca contribuir a la cultura ambiental en los temas de agua, aire, residuos, infraestructura verde, cambio climático, rescate de polinizadores, flora y fauna. Sobre este programa se sustentan proyectos y acciones que actualmente está desarrollando la Dirección General de Medio Ambiente del Municipio.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien no existe como tal una Estrategia Local de Biodiversidad con su respectivo Plan de Acción, en el municipio de León y en el Estado de Guanajuato, existen diferentes marcos normativos que contemplan dentro de su planteamiento conceptual y ejecutivo, las Metas Aichi y varias iniciativas del CBD como ejes transversales sobre los cuales se evalúan sus lineamientos y objetivos estratégicos. En particular para el municipio en el PMDUOET actualizado, se han incorporado diferentes elementos que apuntan a una estrategia local de biodiversidad. Por tal motivo, y dado a la ambigüedad con la que es evaluado el indicador, se asignó una valoración de 3 puntos, y se considera que existe una línea base importante a nivel local, sobre la cual puede plantearse dicha Estrategia.

- Resulta recomendable instar por la actualización de la Estrategia Nacional y la Estrategia Estatal de Biodiversidad, para poder realizar un planteamiento local que se encuentre acorde con estos niveles.

- La existencia de Estrategias sobre Biodiversidad a diferentes niveles, implica también el conocimiento de dichas estrategias por los funcionarios y tomadores de decisiones. Esta situación es de vital importancia en México, en donde en ocasiones existen los marcos normativos, pero se desconoce su apropiada aplicación y por lo tanto no son del todo contemplados.

Indicador 18. Capacidad institucional. Número de funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad

En una reunión con representantes de diferentes instancias municipales, se identificaron las instituciones locales que desempeñan funciones necesarias para la implementación de proyectos y programas relacionados con la biodiversidad. Asimismo, con apoyo de dichos representantes, se identificaron las distintas funciones que desempeñan dichas instituciones.

Derivado de lo anterior, se identificaron al menos 11 instituciones locales que realizan funciones esenciales relacionadas con la biodiversidad, y más de 25 funciones (Anexo 14).

Lo anterior indica la inversión que ha realizado el municipio en contar con instancias que atienden la biodiversidad local y su problemática.

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

Más de 25 funciones

0 puntos: No hay funciones

1 punto: 1 función

2 puntos: 2 funciones

3 puntos: 3 funciones

4 puntos: > 3 funciones

Discusión de resultados y recomendaciones

- Existen otras instituciones de carácter estatal y federal que son responsables de la toma de decisiones y de la intervención en algunos proyectos de biodiversidad, que no fueron contempladas dentro del listado de funciones.

- Asimismo, existen otras instituciones no gubernamentales, académicas y de la sociedad civil, que también realizan funciones importantes, relacionadas con la divulgación del conocimiento y el uso sustentable de los recursos.

- La existencia de un Sistema Municipal de Parques, como el que se está planeando desarrollar dentro del municipio, permitirá definir funciones y dar seguimiento a proyectos enfocados únicamente en la Biodiversidad Urbana.

- Se recomienda integrar criterios e indicadores que permitan evaluar no solamente la existencia de funciones e instituciones, sino su desarrollo y la consecución de objetivos enfocados a la conservación de la biodiversidad.

Indicador 19. Capacidad institucional. Número de agencias de gobierno local en cooperación interinstitucional, involucradas en cuestiones de diversidad biológica

Como lo indica el manual del IBU, muchos problemas de la biodiversidad, son intersectoriales y, por lo tanto, implican esfuerzos interinstitucionales, mismos que se consideran importantes para el éxito de los objetivos planteados en términos de conservación de la biodiversidad y de la planeación local como tal.

Para evaluar este indicador, se consideraron los macroproyectos en donde existe cooperación entre diferentes instancias locales.

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

Al menos 5 agencias locales cooperan en asuntos de biodiversidad

0 puntos: < 2 agencias cooperan

1 punto: 3 agencias cooperan

2 puntos: 4 agencias cooperan

3 puntos: 5 agencias cooperan

4 puntos: > 5 agencias cooperan

1. Proyectos de Manejo de Microcuencas. Se han realizado proyectos en las unidades hidrológicas ubicadas al norte del municipio, enfocados a conocer la problemática que les afecta desde el punto de vista ambiental y social e implementar acciones para su solución. Existe un reconocimiento local de la relevancia que tienen las microcuencas al presentar relictos importantes de ecosistemas con alta representación de biodiversidad local, y por los servicios que proveen al municipio y la Ciudad de León. Entre las instancias que están involucradas en proyectos de microcuencas están IMPLAN, Dirección General de Desarrollo Rural, Dirección General de Medio Ambiente (antes Gestión Ambiental), SAPAL- COTAS, Parque Metropolitano de León, Dirección General de Hospitalidad y Turismo, Dirección General de Economía.

2. Proyectos en el ANP Sierra de Lobos. Aunado a los proyectos de microcuencas, existen otros que se realizan en el marco del ANP estatal Sierra de Lobos, la cual comprende otros municipios de Guanajuato. Aunque estos proyectos los coordina la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (antes Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato), pero localmente participan la Dirección General de Medio Ambiente, Dirección General de Desarrollo Rural e IMPLAN.

3. Sistema Municipal de Parques. Se está trabajando en la creación de un sistema de parques que permitan optimizar la operación y mantenimiento de las áreas verdes, y coordinar mejor las acciones y actividades que se implementen dentro de estas. Participan la Dirección General de Medio Ambiente, IMPLAN, Dirección de Obras Públicas, Parque Metropolitano.

4. Parques Lineales. El macroproyecto busca mejorar las condiciones de los arroyos y cauces que cruzan por la Ciudad, integrándolos dentro del paisaje urbano y recuperando su valor natural, estético y recreativo. En el proyecto participan IMPLAN con la planeación maestra, SAPAL (restauración de arroyos), Dirección General de Desarrollo Urbano, Dirección General de Medio Ambiente, Secretaría de Seguridad Pública- Protección Civil y la Dirección General de Obra Pública.

5. Seguimiento del Índice de Biodiversidad Urbana. Tanto para la elaboración del presente, como el seguimiento del IBU, se requiere de la participación y cooperación entre diferentes instancias locales. En este estudio han participado IMPLAN, la Dirección General de Medio Ambiente, Parque Zoológico de León, Parque Metropolitano, Parque Explora.

Discusión de resultados y recomendaciones

- El indicador puede ser complementado considerando el tipo de cooperación que se realiza entre las agencias o instancias participantes (su responsabilidad o grado de intervención en proyectos).

- Asimismo, se deben generar otros indicadores que permitan medir el impacto relativo en la biodiversidad que han tenido los proyectos de cooperación.

Indicador 20. Participación y asociación. Existencia y estado de los procesos de consulta pública formales o informales referentes a cuestiones relacionadas con la biodiversidad

Las instancias municipales cuentan con distintos mecanismos internos, que se encuentran formalmente establecidos dentro de sus reglas de operatividad, en la que involucran procesos de participación social, algunos de estos avocados a la consulta pública de sus programas, proyectos y/o acciones.

En el **Reglamento para la Gestión Ambiental del Municipio de León** (P.O., 2020), se describen diferentes órganos y figuras existentes en el municipio, conformadas tanto por autoridades como representantes no gubernamentales, académicos, del sector privado y civiles, y que otorgan opinión y aval a los proyectos de carácter ambiental.

Entre estos se encuentra el **Consejo Consultivo Ambiental,** el cual es órgano colegiado de carácter permanente, y que tiene por objeto fungir como órgano de asesoría y consulta técnica de las autoridades del municipio en materia de política ambiental municipal, manejo sustentable de espacios verdes y arbolado urbano; en prevención y control de la contaminación; gestión y manejo integral de residuos; cambio climático; sustentabilidad energética; ordenamiento y administración sustentable del territorio; y cualquier materia relacionada con la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el fomento al desarrollo sustentable (Anexo 15).

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

Existe un proceso de consulta formal como parte de un proceso rutinario establecido en el municipio

0 puntos: Sin proceso formal o informal rutinarios

1 punto: Proceso formal o informal se considera parte de un proceso rutinario

2 puntos: Proceso formal o informal se están planificando como parte de un proceso rutinario

3 puntos: Proceso formal o informal en proceso de ser implementado como parte de un proceso rutinario

4 puntos: Existe un proceso formal o informal como parte de un proceso rutinario

El **Fondo Ambiental Municipal**, cuya naturaleza jurídica y objeto viene descrito en el Reglamento de Gestión Ambiental (Anexo 15), es un fideicomiso público municipal, a través del cual se captan, generan, asignan, canalizan y aplican recursos económicos para la realización de proyectos, medidas o acciones ambientales. Para ello, el Fondo está administrado por un comité técnico conformado tanto por funcionarios municipales, como

representantes de los sectores científico, tecnológico, educativo y empresarial del Consejo Consultivo Ambiental.

El **Consejo de Planeación de Desarrollo Municipal** (Reglamento P.O., 2016) es un organismo consultivo, auxiliar del Ayuntamiento en materia de planeación, y forma parte de la estructura del Sistema Municipal de Planeación. Se constituye una herramienta fundamental para lograr los cambios cualitativos que el municipio demanda, pues con las propuestas expresadas por la comunidad, orienta las políticas estatales y municipales.

Uno de sus objetivos es fomentar el espacio donde la sociedad y gobierno interactúen para conducir la planeación del desarrollo municipal, a través de sus programas promoviendo con ello estrategias que permitan mejorar la calidad de vida en el municipio (Anexo 15).

Como parte de los órganos que operan en el I**nstituto Municipal de Planeación de León** y del COPLADEM, se encuentran las **Comisiones y Grupos de Trabajo**. Estas están conformadas para analizar las propuestas surgidas de la consulta ciudadana, y se integran según su ámbito de trabajo; que para cuestiones de biodiversidad compete a aquellas enfocadas a medio ambiente y ecología.

Asimismo, la COPLADEM contempla la integración de **Propuestas ciudadanas**, en donde las Direcciones Generales de Desarrollo Social y de Desarrollo Rural, son las encargadas de promover la consulta ciudadana para la participación social organizada en el proceso de revisión, análisis e integración de los estudios, obras, programas y acciones de gobierno municipal. Dicha consulta se realiza cada tres años conforme a lo previsto en el Reglamento de la COPLADEM.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Existen procesos de consulta informal que no fueron contemplados dentro del presente, por la disponibilidad pública de la información. Estos competen a instancias como Parques u otros organismos municipales (SAPAL) que también tienen su relevancia para la evaluación del indicador.

- Aunque actualmente son públicas dentro de las áreas de transparencia institucional, las formas y procedimientos que realizan las figuras y órganos que se encargan de la consulta pública de cuestiones relacionadas con la biodiversidad, aún existe dificultad para acceder a la información de los mecanismos aplicados por dichos órganos a cada programa o proyecto.

Indicador 21. Participación y asociación de instituciones no- municipales en proyectos de Biodiversidad en la Ciudad

Como se señala en el Manual del Índice de Singapur, el objetivo del indicador es medir la magnitud de asociaciones formales o informales, o de colaboración, que existen entre entidades municipales con otras tanto del sector público como el privado, que pueden ser académicas, privadas, de sociedad civil u organizaciones no gubernamentales; así como también de otras esferas de gobierno (ámbito estatal y federal) y con organismos internacionales.

La información del indicador, fue provista por representantes de IMPLAN y de la Dirección General de Medio Ambiente, considerando que son las principales instancias a nivel municipal responsables de proyectos de biodiversidad, por lo que se consideró su lista de colaboradores (Anexo 16).

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

Hay 40 organismos no- municipales que participan con proyectos de biodiversidad

0 puntos: No hay colaboraciones formales o informales

1 punto: La ciudad colabora con 1-6 organismos nacionales o subnacionales, empresas privadas, ONG´s, instituciones académicas, organismos internacionales

2 puntos: La ciudad colabora con 7-12 organismos nacionales o subnacionales, empresas privadas, ONG´s, instituciones académicas, organismos internacionales

3 puntos: La ciudad colabora con 13-19 organismos nacionales o subnacionales, empresas privadas, ONG´s, instituciones académicas, organismos internacionales

4 puntos: La ciudad colabora con 20 o más organismos nacionales o subnacionales, empresas privadas, ONG´s, instituciones académicas, organismos internacionales

Existen 8 entidades del gobierno federal que participan y coordinan proyectos enfocados en conservación del medio ambiente, sustentabilidad ambiental y ordenamiento territorial en el municipio.

Asimismo, hay tres organismos nacionales que realizan investigación, brindan asesoría, capacitación, difusión entre otras actividades conjuntamente con los gobiernos locales.

A nivel estatal, hay seis organismos dependientes del Estado que se encuentran directamente relacionados con proyectos de índole ambiental y de conservación de la biodiversidad en el municipio y en la Ciudad.

En cuanto a instituciones académicas, hay colaboración con diez universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación, que han participado como consultores, asesores y evaluadores de proyectos enfocados a la biodiversidad.

Además, hay nueve organizaciones de la sociedad civil que participan en diversas actividades y proyectos locales; y once organismos internacionales que participan y realizan intervención en proyectos de biodiversidad, gestión local y cambio climático en el municipio.

Discusión de resultados y recomendaciones

- En el listado se incluyeron organismos e instituciones que presentan una participación sustancial en los proyectos de biodiversidad local.

- El Indicador puede complementarse considerando el tipo de colaboraciones en los que intervienen los organismos, entre los que se recomiendan:
  1) Planes, programas y/o proyectos que promueven la generación de conocimiento sobre la biodiversidad y su estado
  2) Planes, programas y/o proyectos enfocados a actividades de planeación, y gestión de la biodiversidad y ecosistemas (cambio climático)
  3) Planes, programas y/o proyectos enfocados a implementación de acciones que promueven el manejo, la restauración de ecosistemas y conservación de especies y sus poblaciones.
  4) Planes, programas y/o proyectos enfocados a control de especies invasoras
  5) Planes, programas y/o proyectos enfocados a la difusión, capacitación y educación en temas de biodiversidad
  6) Planes, programas y/o proyectos enfocados al seguimiento, medición del impacto, y evaluación de las acciones y estrategias de biodiversidad local.

  La sugerencia anterior es para poder evaluar hacia dónde se están encaminando los esfuerzos locales para atender la biodiversidad urbana y sus ámbitos de atención.

Indicador 22. Educación y sensibilización. Inclusión de temas de biodiversidad en la educación formal

En el currículo de la educación básica en el país, que incluyen tres grados de preescolar, seis de primaria y tres de secundaria, se encuentran presentes diferentes campos y asignaturas que incluyen temas alusivos a la naturaleza (medio ambiente y biodiversidad) y su cuidado (Anexo 17a).

A nivel preescolar, los alumnos de primero a tercer grado tienen asignaturas relativas a un campo definido como:" Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social" (Anexo 17a). El propósito es observar y reconocer los seres vivos, las características que comparten, los fenómenos del mundo natural de su entorno inmediato, y promover actitudes favorables hacia el cuidado del medio ambiente.

A nivel primaria, los alumnos de primero y segundo grado cursan una asignatura denominadas como: "Conocimiento del Medio" (Anexo 17b); cuyo propósito es articular los conocimientos aprendidos en preescolar sobre el tema, incentivando la reflexión de los niños, y reforzando el conocimiento del lugar donde viven.

Los niños de tercero a sexto grado de primaria, tienen la asignatura "Ciencias Naturales y Tecnología", en la que conciben a la ciencia y la tecnología como aspectos fundamentales para entender e intervenir el mundo en el que vivimos, aprender a relacionar las nociones y representaciones del mundo natural y sus fenómenos, y la forma que impactan en la humanidad. Asimismo, se introducen conceptos del desarrollo sustentable y cambio climático (Anexo 17b).

Puntuación según el Índice de Singapur

4/4

La Biodiversidad y sus elementos están incluidos en el currículo escolar

0 puntos: La biodiversidad o sus elementos no están cubiertos en el currículo escolar

1 punto: La biodiversidad o sus elementos no están siendo considerados para su inclusión en el currículo escolar

2 puntos: La biodiversidad o sus elementos se están planeando para su inclusión en el currículo escolar

3 puntos: La biodiversidad o sus elementos se encuentran en proceso de implementación en el currículo escolar

4 puntos: La biodiversidad o sus elementos se incluyen en el currículo escolar

Además, como complemento, los alumnos de tercer grado tienen también una asignatura enfocada conocer conocimiento de su Estado, denominada "Historias, Paisajes y Convivencia en mi Localidad" (Anexo 17b).

Para los alumnos de cuarto a sexto grado, llevan una materia de "Geografía", en la que abordan desde la visión espacial y territorial, la relación de la naturaleza y la sociedad, y donde se atienden algunos elementos de biodiversidad (Anexo 17b)

A nivel secundaria, los alumnos de primer grado tienen una asignatura de "Ciencias y Tecnología" enfocados hacia la "Biología". Asimismo, tienen una asignatura de "Geografía". En ambas se revisa el tema de biodiversidad y sus elementos (Anexo 17c).

En todos los niveles, existe un ámbito curricular denominado "Conocimientos regionales", que tiene como finalidad fortalecer la identidad estatal, regional y local de los alumnos, reforzando el conocimiento sobre el espacio geográfico en el que se desarrollan, y el patrimonio cultural y natural del lugar en el que viven, además de algunas problemáticas que se presentan.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Aunque el tema de biodiversidad está cubierto en el currículo escolar de la educación básica, sería notable reforzar lo referente a la biodiversidad urbana.

- En este sentido, dentro del ámbito curricular "Conocimiento regionales", podría sugerirse generar a nivel local (para León), material didáctico y bibliográfico que puedan utilizar los docentes para difundir el conocimiento sobre la biodiversidad en el municipio y en la Ciudad, además de promover las visitas a los parques y áreas naturales presentes en León.

Indicador 23. Educación y sensibilización. Eventos de extensión o de concientización como parte de la educación informal

En la educación no formal, se consideran las actividades extracurriculares, las vistas a museos, zoológicos, acuarios, parques, jardines botánicos etc (que fueron abordadas en el indicador 14), pero también se consideran los eventos (conferencias, talleres, cursos cortos, foros) que se organizan tanto por autoridades de la Ciudad, como por organizaciones e instituciones que colaboran con estas, para difundir el conocimiento sobre la biodiversidad y su problemática, y generar conciencia entre la población participante en dichos eventos.

Puntuación según el Índice de Singapur

1/4

27 eventos de sensibilización se realizaron en 2019

0 puntos: no se realizan eventos de sensibilización/ año

1 punto: de 1-59 eventos de sensibilización/año

2 puntos: 60-149 eventos de sensibilización/año

3 puntos: 150-300 eventos de sensibilización/ año

4 puntos: > 300 eventos de sensibilización al año

De acuerdo a la información provista por la Dirección General de Medio Ambiente, para 2019 en León se realizaron 27 eventos de extensión, relativos al tema de biodiversidad (Anexo 18).

Es de resaltar que faltaron incluir datos de eventos organizados en los Parques Metropolitano, Explora y el Zoológico de León; así como los llevados a cabo por otras dependencias (como SAPAL).

Discusión de resultados y recomendaciones

- De acuerdo con los rangos de evaluación del indicador, se considera que existe un número muy reducido de eventos, y que deben realizarse esfuerzos por incrementarlos, considerando la diversidad social dentro de la Ciudad.

- Complementario al indicador, podrían evaluarse los eventos de acuerdo al tipo de público al que van dirigidos, siendo relevante poder realizar la sensibilización hacia actores sociales específicos, como el grupo industrial, empresarial y desarrolladores inmobiliarios, puesto que algunas de sus actividades pueden impactar negativamente a la biodiversidad.



Nuevos indicadores del IBU

Nuevos indicadores

En las últimas reuniones para la revisión del Índice de Singapur, surgió la propuesta de nuevos indicadores que complementen los 23 existentes y que se incluyen dentro del manual del IBU. Dado a que dichos indicadores aún continúan en revisión, en el presente documento se desarrollaron, considerando que esta información debe ser tomada como una línea base para su futura revisión y evaluación.

Indicador 24a. Restauración de hábitats. Proporción de hábitats restaurados, mejorados o creados

La restauración ecológica se encuentra orientada a la recuperación de ecosistemas que han sido dañados, degradados o destruidos (Clewell y Aronson, 2013).

El invertir en proyectos de restauración de hábitats urbanos, implementación de infraestructura verde y mejora de servicios ecosistémicos en las ciudades, es ecológica y socialmente deseable, y también resulta económicamente viable, considerando los beneficios potenciales que se obtendrán de dichos proyectos.

En León, se han realizado proyectos de restauración de hábitats, que se encuentran en diferentes fases. Algunos son de planificación y diagnóstico, que tienen por objetivo identificar los hábitats degradados, la extensión de los mismos, y los factores causales de dicho deterioro, así como la determinación de las medidas correctivas más adecuadas para controlar los impactos.

Existen otros proyectos de ejecución, que buscan implementar dichas medidas, y que se han enfocado en la implementación de obras de conservación de suelos, reforestaciones con especies nativas, y el control de especies invasoras, en particular el muérdago.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

3/4

58 proyectos

Número de proyectos (proporción) / 1,000 Km²

0 puntos: 0

1 punto: 0.1- 1.9

2 puntos: 2.0-3.9

3 puntos: 4.0-5.9

4 puntos: > 6.0

Asimismo, se llevan a cabo proyectos de compensación, los cuales están orientados al pago por servicios ambientales para que principalmente los

propietarios o poseedores de la tierra locales, procuren la conservación de los ecosistemas y de sus condiciones ecológicas.

Si bien, la región norte del municipio es donde se han realizado la mayoría de proyectos, varios de estos también han aplicado dentro de la Ciudad y en sus periferias.

En total, se han identificado **58 proyectos de restauración**, de los cuales 31 proyectos son coordinados por la Dirección General de Medio Ambiente de León y 26 por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado.

Considerando que los proyectos aplican a todo el municipio, el cual tiene 1,280 Km^2, la proporción de proyectos es de 4.4.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Para la evaluación del indicador, se consideró la totalidad de proyectos de restauración que aplican al municipio. Se sugiere desagregar los proyectos por región municipal.

- Asimismo, sería pertinente considerar el seguimiento de dichos proyectos. Lo anterior es porque se tiene el antecedente que, dentro del municipio, se han implementado acciones de reforestación que finalmente no resultan exitosas, porque se utilizan especies forestales que no son nativas de la zona, y terminan muriendo. Otros proyectos de restauración de suelos, han sido abandonados, porque no hubo el suficiente seguimiento con la población local.

Indicador 24b. Restauración de hábitats. Tipos de hábitats restaurados

De acuerdo al Diagnóstico Ambiental del Municipio de León (2012), los hábitats y/o recursos que presentan problemas de degradación del municipio son:

Suelos: aproximadamente 25% de los suelos del municipio presentan problemas de erosión de fuertes a extremos, y el 38.6% presenta pérdida de la fertilidad. También se destaca que hay secciones de los suelos en la Ciudad que presentan contaminación por metales altamente tóxicos. Al respecto, se han buscado implementar acciones para la rehabilitación de suelos contaminados, y obras de conservación de suelos para tratar los problemas erosivos. Asimismo, se trata promover la reducción del uso de agroquímicos entre los productores.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

1/4

119.9 hectáreas restauradas de vegetación, suelo y agua

Número de hábitats restaurados (proporción) / 1,000 Km²

0 puntos: <1.0

1 punto: 1.0- 1.9

2 puntos: 2.0-2.9

3 puntos: 3.0-3.9

4 puntos: > 4.0

Degradación de la vegetación. El matorral xerófilo que es el tipo de vegetación de mayor extensión, es el más afectado, principalmente por el cambio de uso del suelo para terrenos agropecuarios y urbanos. Asimismo, existen encinares al norte del municipio, afectados tanto por el cambio de uso del suelo, como plagas (descortezador). Todoel arbolado, incluyendo al urbano, padece de diversas plagas, siendo la afectación por muérdago una de las más extendidas en el municipio. Se han realizado campañas de reforestación, con diversos niveles de éxito. Recientemente, en el vivero municipal se ha promovido crear un banco de germoplasma para propagar especies nativas que puedan emplearse en los proyectos de reforestación local. Asimismo, existen distintos programas para el tratamiento de plagas. A nivel de planificación territorial, los instrumentos existentes buscan reducir la presión por cambio de uso del suelo, y priorizar la conservación de los relictos de ecosistemas, además de mejorar la calidad de los ecosistemas urbanos.

Corredores riparios. La modificación de cauces y de la vegetación riparia es generalizado en gran parte del municipio. Aunado a ello, muchos se encuentran contaminados por la descarga de aguas residuales y basura en los cauces. En el municipio hay proyectos enfocados a la restauración riparia. En la Ciudad, los proyectos de parques lineales buscan recuperar estos hábitats tan importantes para la conectividad ecológica.

La superficie restaurada total, que representan dichos proyectos es de 119.9 hectáreas, que representan 1.19 Km^2.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Al igual que en el indicador anterior, se señala que la información recabada contempla la totalidad del municipio, siendo necesario enfatizar los hábitats que han sido restaurados o creados a nivel urbano.

- Nuevamente, se necesita también medir el éxito de las restauraciones que resulta diferencial según el tipo de recurso o hábitat restaurado.

- La ponderación propuesta en este indicador resulta confusa, por lo que se recomienda sea más específica dentro de los señalamientos que se pueden hacer cuando sea integrado a la gama de indicadores en el Manual del IBU.

Indicador 25. Biodiversidad y Salud. Accesibilidad a los parques

Existen algunos estándares establecidos para tipificar los parques según su tamaño, y también para determinar las distancias mínimas adecuadas para acceder a los mismos (Estrategia Integral de Áreas Verdes de la Ciudad de León, IMPLAN, 2014).

Se considera que la distancia mínima adecuada a la que debe de poder acceder a pie un individuo a un área verde dentro de una zona urbana es de 400 metros.

De acuerdo a este estándar, y considerando la distribución de las áreas verdes en la mancha urbana de León, se determinó que el 58.4% de la población en la Ciudad[1] (aproximadamente 921,989 habitantes) tiene un área verde próxima a los 400 m^2, con una superficie entre 1000 y 5000 m^2.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

1/4

0 puntos: <50%

1 punto: 50-59.9%

2 puntos: 60-69.9%

3 puntos: 70-79.9%

4 puntos: > 80%

Cabe señalar que quedan excluidas dentro de esta aproximación, los parques o jardines vecinales que pueden tener una superficie menor a 1000 m^2 pero que también se reconoce tienen un valor en la prestación de servicios ecosistémicos.

Discusión de resultados y recomendaciones

- El resultado anterior, nuevamente ratifica el déficit de áreas verdes que existe en la Ciudad de León, y la necesidad de incrementar tanto la cantidad de espacios verdes, pero también considerando el tamaño de los mismos (por el tipo de actividades y la suma de beneficios que se pueden obtener), además de su distribución dentro de la mancha urbana, para incrementar y mejorar la accesibilidad a estos espacios.

- Se considera que se deben de reconsiderar los valores de ponderación del indicador, a estándares más alcanzables.

[1] Datos provistos por IMPLAN, en base a la información cartográfica de áreas verdes (IMPLAN, 2019) y los resultados de la Encuesta Intercensal de INEGI (2015).

Indicador 26a. Cambio climático. Promedio de árboles plantados anualmente/ 1000 habitantes

El cambio climático es un proceso que afecta globalmente que impacta de formas distintas a prácticamente todas las actividades humanas, así como también a los procesos ecológicos y a la biodiversidad y la capacidad de los organismos para adaptarse a dichos cambios.

Diferentes estudios consideran que el incremento de la cobertura vegetal a través de programas de reforestación, ayudaría a incrementar los sumideros de carbono, y compensar el efecto invernadero. Especialmente dentro de las Ciudades, la mayor cobertura forestal urbana se considera que tiene un efecto directo en la regulación del microclima urbano, reduciendo efectos como el de isla de calor, fenómeno frecuente debido a las características constructivas.

En León, para 2019, se plantaron un total de **14,000 árboles**.

Considerando que la población municipal es de 1,578,626 habitantes, la proporción de árboles sembrados al año, por cada 1000 habitantes es de 8.9

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

2/4

Número de árboles plantados/ 1000 habitantes = 8.9

0 puntos: <3.0

1 punto: 3.0- 6.0

2 puntos: 6.1- 9.0

3 puntos: 9.1- 12.0

4 puntos: > 12

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien, los programas de reforestación deben considerarse como prioritarios como medidas de mitigación a implementar contra el cambio climático, debe hacerse énfasis en medir el éxito de dichas reforestaciones (considerando la supervivencia de los árboles plantados en un año), además de que se utilicen especies nativas dentro de los programas de reforestación.

- Por otro lado, en muchas de estas reforestaciones, para garantizar la viabilidad y supervivencia de los árboles, se debe involucrar a la Ciudadanía. Para incrementar el número de árboles plantados por cada 1000 habitantes, deben considerarse actividades de educación ambiental más extensivas, así como mayores incentivos económico- administrativos para promover esta práctica dentro de las actividades de diferentes sectores productivos en el municipio.

Indicador 26b. Cambio climático. Existencia de medidas políticas que impliquen soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático

En el país, existe la **Estrategia Nacional de Cambio Climático**, sustentada en la **Ley General de Cambio Climático**, la cual constituye el instrumento rector de la política nacional, en el medio y largo plazo, para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Las acciones de mitigación y adaptación se consolidan en un **Programa Nacional de Cambio Climático**. Asimismo, las entidades federativas y los municipios deben de contar con sus respectivos programas, según sus niveles de actuación.

Para el Estado de Guanajuato, el marco normativo que regula lo correspondiente al cambio climático es la **Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios**. Asimismo, hay una **Estrategia Estatal** y un **Programa Estatal de Cambio Climático**.

Dentro de la política nacional y estatal de cambio climático, se privilegia la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través del fortalecimiento de las áreas naturales protegidas, el establecimiento de corredores biológicos, la reforestación masiva, y el uso sustentable de la biodiversidad como un aspecto fundamental para reducir la vulnerabilidad.

Dentro de las acciones de adaptación que se asumen, en los tres niveles, se encuentra la elaboración de **atlas de riesgos**, que sirven como diagnóstico y que reconocen escenarios de vulnerabilidad actual y futura.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

3/4

Existencia de planes para mitigación, adaptación o resiliencia ante el Cambio Climático con implementación de soluciones

0 puntos: No hay planes

1 punto: Hay planes para al menos una de las tres opciones

2 puntos: Hay planes con implementación de soluciones al menos para una de tres opciones

3 puntos: Hay planes con implementación de soluciones para dos de las tres opciones

4 puntos: Hay un plan o programa de CC con la implementación de soluciones para mitigación, adaptación y resiliencia

En el marco estatal, se reconoce el establecimiento de medidas de adaptación basadas en la preservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan a la sociedad.

El municipio de León cuenta con su **Atlas de Riesgos (IMPLAN, 2018,2019)** en donde se asumen algunas posturas en orden de adaptación y mitigación climática. Asimismo, se cuenta con un Perfil de Resiliencia Urbana para la Ciudad de León (2016).

Dentro del **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial** (En proceso de publicación), se incluye como Estrategia, un **Programa de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático**, en el que se reconoce a la biodiversidad y su conservación, como una acción prioritaria a considerar dentro del municipio para poder mitigar y adaptarse al cambio climático. Derivado de este programa se planeó la Determinación y Seguimiento del Índice de Biodiversidad Urbana de la Ciudad de León.

Asimismo, se planea la elaboración de un **Programa Municipal de Cambio Climático** y la Actualización del **Inventario de Gases de Efecto Invernadero**.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Aunque el Programa Municipal de Cambio Climático, se encuentra en fase de planeación, existen diferentes estudios (programas, planes, y proyectos) a nivel municipal, que contemplan acciones relativas para la mitigación, adaptación y resiliencia.

- También deberían de actualizarse las Estrategias Nacional y Estatales, acorde a los nuevos Programas de Gobierno, considerando los retos actuales y el avance en las estrategias implementadas.

- La socialización de todos estos programas, resulta fundamental para el éxito de cualquier medida contra el cambio climático. Si no se involucra a la gente, tanto en el diseño como en la ejecución de acciones, los alcances continuarán siendo muy limitados a la actuación que pueda darse desde las esferas gubernamentales.

Indicador 27. Incentivos para la implementación de infraestructura verde: techos verdes y jardines verticales

La infraestructura verde tiene un papel fundamental para reconfigurar lo "verde" del paisaje urbano, y ello significa el incremento de la biodiversidad y los beneficios asociados.

Entre los diseños para tener espacios multifuncionales, los jardines verticales, los techos verdes y los huertos urbanos, figuran como elementos arquitectónicos que pueden incorporarse dentro de edificaciones y espacios en la Ciudad. Sin embargo, aún su adopción como parte de los diseños urbanísticos es incipiente, por lo que se requieren de estrategias e incentivos, que principalmente los municipios puedan tener en su reglamentación (dado a que ellos autorizan los usos del suelo), para la incorporación de los elementos pro-ambientales en los proyectos de desarrollo urbano.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

1/4

Existencia de incentivos o planes que incorporen Infraestructura Verde

0 puntos: No existen incentivos, ni planes de I.V.

1 punto: Se considera la planeación de I.V. en el municipio y la implementación de incentivos para propietarios, desarrolladores inmobiliarios e industriales en los próximos 5 años.

2 puntos: Existen incentivos de I.V. para la edificación de la industria local

3 puntos: Existen incentivos para I.V. para propietarios y desarrolladores inmobiliarios

4 puntos: Existen incentivos para incrementar la cantidad de I.V. en industrias y desarrollos inmobiliarios

Si bien, el municipio de León dentro del **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial** (En proceso de publicación), y en el Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo contempla objetivamente la adopción de medidas tendientes a la sustentabilidad ambiental en el ámbito urbano, no existe un incentivo al respecto.

Dentro de los proyectos que realizará el municipio como parte de su **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial,** se encuentra la elaboración de un **Manual de Infraestructura Verde**, en el cual podrán abordarse algunos de los criterios que debe de considerar el municipio para considerar dichos incentivos, primeramente, en su regulación fiscal, ya que no están previstos en la misma, y su incorporación en los reglamentos de construcción.

Discusión de resultados y recomendaciones

Se debería generar un indicador para valorar la incorporación de la infraestructura verde, en general, dentro de distintas edificaciones y áreas de la Ciudad, pues la presencia de este tipo de elementos puede provenir de iniciativas locales, no necesariamente a partir de estímulos.

Indicador 28a. Ciencia ciudadana. Proyectos de biodiversidad en donde exista intervención ciudadana durante un año

Se define a la Ciencia ciudadana como el trabajo científico que voluntariamente realizan los miembros del público en general, usualmente en colaboración y bajo la supervisión o asesoría de científicos o instituciones científicas. Esta actividad intelectual o física, genera información o datos que pueden utilizarse en un proyecto (citizenscience.org).

A nivel nacional, existen ejemplos de proyectos de cultura científica del público en general, como la plataforma virtual creada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), denominada "*NaturaLista*" (www.naturalista.mx) y en donde participan ciudadanos que registran y comparten observaciones de fauna y flora con el fin de aumentar el conocimiento sobre la biodiversidad mexicana. Asimismo, existe la plataforma "*aVerAves*" (https://ebird.org/averaves/home) enfocada a la avifauna. Ambas plataformas fueron consultadas para la complementar los listados presentados en este estudio.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

1/4

Número de proyectos de ciencia ciudadana/ población de la Ciudad

0 puntos: No hay proyectos

1 punto: 0.1- 2.9

2 puntos: 3.0- 8.9

3 puntos: 9.0- 20.0

4 puntos: > 20.0

En León, existen algunas iniciativas de ciencia ciudadana que se encuentran en distintos grados de organización, algunas de las cuales se encuentran asesoradas por instituciones académicas u organismos internacionales. Dentro de estas iniciativas se pueden mencionar aquellas que resultan pertinente a temas de biodiversidad:

- PABUS (Promotores ambientales de Biodiversidad Urbana) enfocado a capacitar a jóvenes de la Ciudad que funjan como promotores;
- Eco Líder, que es una organización que busca integrar a jóvenes universitarios de distintas disciplinas, para que realicen acciones encaminadas a temas ambientales;
- Mezquite sin Muérdago, una asociación civil enfocada a la problemática del muérdago y su afectación a especies de árboles nativas como el mezquite;

- Colectivo Plantas Pioneras, un grupo de ciudadanos que realizan actividades de educación ambiental, la difusión de conocimientos y prácticas de agricultura urbana, suelos, semillas y abonos orgánicos;
- FURA, Fundación de Rescate Arbóreo, enfocados a la preservación, rescate y manejo del árbol urbano.
- COY Mx, Organización Juvenil Mexicana enfocada a promover los acuerdos internacionales de la Conferencia Meco Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP) su importancia y el papel que juega la juventud y la sociedad en ella.

Discusión de resultados y recomendaciones

- Si bien resulta importante el número de proyectos de ciencia ciudadana, se considera complementario evaluar el impacto que dichos proyectos puedan tener en la toma de decisiones y también su impacto poblacional.

Indicador 28b. Ciencia ciudadana. Número de ciudadanos científicos

Como se señaló en el indicador anterior, existen diferentes organizaciones e iniciativas ciudadanas enfocadas a temas de biodiversidad, que contribuyen tanto a la divulgación del conocimiento como a la implementación de acciones.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

0/4

Número de ciudadanos científico por cada 100 mil habitantes

0 puntos: No hay ciudadanos científicos

1 punto: 30- 60

2 puntos: 61- 120

3 puntos: 121- 200

4 puntos: > 200

La contabilización del número de ciudadanos científicos que participan en las organizaciones anteriores es de 129 personas, pero cabe señalar que faltan datos para evaluar este indicador, que refieren un mayor acercamiento con las organizaciones existentes para conocer el número real de personas (ciudadanos-científicos) involucrados. En proporción hay 9 ciudadanos científicos por cada 100 mil habitantes en León.

Asimismo, se espera que a partir del desarrollo de IBU y de otros proyectos municipales puedan existir más iniciativas de ciencia ciudadana en León.

Indicador 29. Manejo de áreas verdes. Existencia de planes y su estado de operatividad

El Manejo de áreas verdes dentro de una ciudad se refiere a cualquier esfuerzo o acciones por restablecer o mantener la vegetación y su biodiversidad asociada, considerando para ello una planeación o programación de dichas acciones, y su implementación y seguimiento. Ello también considera la integración de acciones de reverdecimiento urbano, y no únicamente se concentra en las áreas verdes.

En el municipio existen planes de manejo de áreas verdes, entre los que se pueden mencionar: Programa de manejo del ANP Cañada Arroyo Hondo; Programa de Manejo del ANP Parque Metropolitano; asimismo, hay un Manual para el manejo de vegetación urbana en León; una paleta vegetal del municipio; un inventario de áreas verdes municipal; una estrategia de áreas verdes y un plan de manejo de vegetación urbana. Actualmente se está diseñando un Sistema Municipal de Parques bajo un modelo de gestión basado en eficiencia, calidad y participación ciudadana, que permita optimizar la operación y mantenimiento de los parques para la convivencia de la población. Este incluye también las áreas naturales protegidas que se encuentran dentro de la zona urbana.

Finalmente, en el **Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial**, se considera dentro de la planeación la incorporación de espacios verdes y la creación de nuevas áreas naturales municipales.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

4/4

Planes de manejo de áreas verdes

0 puntos: No hay planes

1 punto: Existen los planes de manejo, pero carecen de objetivos para mejorar la calidad de los espacios verdes

2 puntos: Existen planes de manejo en donde se expresan objetivos para mejorar los espacios verdes

3 puntos: Existen planes de manejo, con objetivos para la mejora de áreas verdes y la incorporación de áreas naturales en los espacios verdes urbanos

4 puntos: Existen planes de manejo, con objetivos y metas para mejorar e incorporar las áreas naturales en espacios verdes

Discusión de resultados y recomendaciones

- Sería recomendable que, dentro del sistema de parques municipal se incluya un programa general de manejo que permita orientar y homologar acciones que se propongan en materia de biodiversidad, particularmente con respecto a su administración, y acciones para la mejorar su calidad ecológica.
- De manera general, el indicador es confuso en su evaluación, por lo que se recomienda revisar los parámetros para la ponderación.

Indicador 30. Evaluación del capital natural.

El capital natural se define como el conjunto de recursos naturales, la tierra y los ecosistemas, que proporcionan un flujo de bienes o servicios con valor económico en el futuro.

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha desarrollado una serie de documentos y propuestas metodológicas para conocer, diagnosticar y evaluar el capital natural en el país. Dentro de estos se encuentra el **Índice de Capital Natural,** el cual utiliza a la biodiversidad como el parámetro que determina la condición de los ecosistemas del país. Es el producto del tamaño del ecosistema remanente (cantidad) y su calidad (integridad ecológica), siendo este un indicador del estado y cambio en la biodiversidad.

Puntuación propuesta para evaluar el indicador por los expertos que participan en el Índice de Singapur

3/4

Estatus de evaluación del capital natural en la Ciudad

0 puntos: No hay planes

1 punto: Se están considerando realizar evaluaciones del capital natural

2 puntos: Las evaluaciones del capital natural se encuentran en proceso de elaboración

3 puntos: Se están implementando evaluaciones del capital natural

4 puntos: Las evaluaciones del capital natural se realizan regularmente

De acuerdo a esta evaluación, dos tercios del país presentan altos niveles de degradación. Entre estos sobresale el estado de Guanajuato, en donde se considera que su capital natural se encuentra en riesgo, es decir, con una alta probabilidad de alcanzar niveles no sustentables, lo que significa el perder bienes y servicios ecosistémicos para futuras generaciones.

En el municipio y en la Cd. de León, aún no existen planes enfocados específicamente a la evaluación del Capital Natural. Algunos proyectos que se han derivado del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León (POTE, 2009) y de los PMDUOET (2015 y 2020), como el manejo de la Cuenca Alta del Municipio, contemplan evaluaciones parciales del capital natural de las microcuencas de la Sierra Norte de León. Asimismo, en el Diagnóstico Ambiental de León (IMPLAN, 2013), en el Inventario de áreas verdes, son documentos en donde se realizan evaluaciones parciales del capital natural.

Resulta pertinente que el municipio realiza una evaluación específica del capital natural, considerando propuestas metodológicas como el Índice de Capital Natural de CONABIO.



Conclusiones y recomendaciones generales

Conclusiones y recomendaciones generales

Este documento presenta la primera determinación del Índice de Biodiversidad Urbana (IBU) para la Ciudad de León, Guanajuato; siendo ésta, la segunda ciudad de México en aplicar la herramienta, y una de las 50 ciudades que cuentan con IBU a nivel mundial. A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones consideradas para 1) el seguimiento del IBU en la Cd. de León y 2) recomendaciones para la adecuación o modificación de la metodología del IBU.

Conclusiones y recomendaciones generales para el seguimiento del IBU en la Cd. de León.

- Existen pocos estudios e información disponible, para caracterizar la diversidad biológica de la Ciudad de León. Se reconoce el esfuerzo realizado en este estudio para generar listados bióticos de la zona urbana, que permitieron una evaluación más realista del índice.

- Los resultados aquí asentados, se tomarán como el punto de partida para llevar a cabo las evaluaciones futuras del IBU, recomendándose un primer seguimiento dentro de un año a la publicación de este documento, que permitirá retroalimentar los faltantes en términos de información base para algunos grupos biológicos, así como también incorporar los resultados de proyectos y gestiones que están en proceso de implementación dentro de la Ciudad en materia de biodiversidad.

- La Ciudad de León presenta espacios que aún albergan mucha de la biodiversidad local, que está representada por 350 especies nativas de flora y fauna dentro del área urbana. Esto representa el 45% de la biota del municipio y el 9% de la diversidad biológica del Estado de Guanajuato.

- Se considera necesario realizar un mayor esfuerzo de muestreo para complementar los listados reportados para algunos grupos, especialmente los polinizadores (considerando muestreos en temporada de lluvias); mamíferos (considerando muestreos específicos para roedores y murciélagos) y especies invasoras.

- Para el futuro seguimiento del IBU, se recomienda implementar estrategias para el monitoreo participativo de algunos grupos biológicos, que permita involucrar a los ciudadanos leoneses como agentes promotores de la difusión y conservación de la biodiversidad. Aquí también deben reforzarse y consolidarse las redes de cooperación que las autoridades locales puedan tener con agencias no gubernamentales

(académicas, empresariales o de la sociedad civil).

- Es de resaltar que para algunos indicadores se consideró pertinente tener una doble aproximación espacial de análisis, tanto a nivel municipal, como a nivel Ciudad. La razón de ello, es porque el analizar ambas dimensiones permite evaluar de manera más integral las condiciones del indicador en cuestión, considerando que la Ciudad no es una entidad aislada, y que tiene y recibe un impacto de las regiones adyacentes. En particular para León se destaca la relevancia que tiene la región norte del municipio para el mantenimiento de las condiciones ecológicas municipales. Sin embargo, también hay que valorar lo que está pasando en la región sur y su influencia en la biota urbana.

- Por ejemplo, en el análisis de conectividad, se determinó que la distancia efectiva que presentan las áreas verdes dentro de la Ciudad, según los resultados, se considera como "suficiente" para mantener las condiciones de flujo ecológico en el entorno urbano. Sin embargo, a nivel municipal, se encontró un alto grado de fragmentación de los ecosistemas, por lo que las estrategias y medidas locales deben enfocarse a mejorar o recuperar la conectividad funcional.

- Existe un déficit de áreas verdes en la Ciudad, por lo que se debe procurar incrementar la superficie de estos espacios, tomando en cuenta el tamaño, distribución y conectividad, así como su diseño y composición, considerando primordialmente especies vegetales nativas.

- Al respecto, algo notorio es la predominancia de parques y áreas verdes hacia el poniente de la Ciudad; por lo que se debe buscar equilibrar la distribución de estos espacios, también para que su accesibilidad sea equitativa para toda la población de León.

- Asimismo, deben mejorarse los espacios verdes existentes, promoviendo un recambio intercalado por especies nativas, y un seguimiento y control de las especies invasoras.

- Para mejorar la oferta de servicios ecosistémicos, deben implementarse más proyectos de infraestructura verde en la Ciudad y considerar mecanismos que incentiven a los desarrolladores inmobiliarios y a la población urbana, a incorporar este tipo de infraestructura en sus viviendas y edificaciones.

- Existen diferentes marcos normativos y documentales, así como diferentes proyectos dentro del municipio, que son una base para poder estructurar una Estrategia Local de Conservación de la Biodiversidad, que conjunte y conduzca todos esfuerzos en esta

materia que se busquen implementar en León, y que pueden vincularse con las referentes a Cambio Climático.

- Los parques existentes en León, particularmente el Parque Metropolitano, El Zoológico de León y el Parque Explora, son muy importantes local y regionalmente para la difusión y educación ambiental. Se recomienda plantear una agenda de proyectos y actividades de manera conjunta, y que en coordinación con las autoridades municipales y con la intervención de otras agencias locales, hagan un énfasis en la difusión y promoción de la biodiversidad local. Por ejemplo, el montaje de exposiciones itinerantes que pueden estar en estos y otros parques de la ciudad, y que resalten la importancia de la biodiversidad local y regional.

- De igual forma, se recomienda incrementar las actividades escolares en materia ambiental, incentivando a las escuelas para implementar en sus instalaciones, jardines y espacios diseñados para que sus alumnos, los padres de familia y los docentes, tengan un acercamiento con la biodiversidad. Sumarse a las iniciativas nacionales, como "Reto Naturalista Urbano" que tiene una edición anual y que es una valiosa fuente de información generada por la ciencia ciudadana.

Conclusiones y recomendaciones generales para la adecuación del IBU

- Con la determinación del IBU se revela que nuestro conocimiento sobre la biodiversidad existente en los sistemas urbanos, sigue siendo muy incipiente, y que se requiere promover la realización de estudios ecológicos dentro de las ciudades, así como hacer extensiva la aplicación de este tipo de herramientas.

- Si bien, se reconoce que el IBU fue diseñado pensando en su aplicación global, se considera que quizá deban plantearse adecuaciones para su aplicación según el contexto regional en el que se considere. Por ejemplo, en México, las condiciones bióticas que se presentan en las Ciudades del norte del país, son muy distintas a las del centro o sur. En este sentido, los parámetros para la evaluación de los indicadores que consideran el número de especies nativas, o el cambio en las mismas, pueden subestimar o sobreestimar los valores que realmente pueden encontrarse en una Ciudad, lo que se reflejaría en la ponderación asignada.

- Dentro de los indicadores de bióticos, también se recomienda incorporar algunos para evaluar las especies migratorias, dado que, para ciertos grupos biológicos, la presencia de algunas especies también resulta relevante para valorar la calidad de los hábitats urbanos.

- Asimismo, sería conveniente considerar indicadores enfocados a medir parámetros relativos al hábitat, y su calidad en función de su composición, como, por ejemplo, la dominancia de especies nativas, heterogeneidad de especies, diversidad de estratos, presencia de cuerpos de agua, etc.

- De igual forma, la medición de algunos parámetros poblaciones y otras condiciones ecológicas (distribución), para especies indicadoras, que permitan evaluar si, el estado en el que se encuentran los hábitats urbanos y si, las estrategias de conservación que se implementan en la Ciudad, permiten la viabilidad poblacional de dichas especies.

- En el indicador de medidas de conectividad, se recomienda considerar otros aspectos metodológicos, considerando el tamaño del parche, la relevancia o prioridad de cada parche para la conectividad estructural y funcional, y el número de redes de conexión (corredores), cost- paths, entre otros.

- También es necesario mencionar que la conectividad se debe de considerar de forma diferenciada para los distintos grupos biológicos. La movilidad de las aves es muy superior a la de los reptiles o anfibios, lo que origina poblaciones, que literalmente se encuentran aisladas y que pueden tender a desaparecer al reducirse el fragmento en el que se ubican.

- Se recomienda ampliar la gama de indicadores de servicios ecosistémicos a evaluar. En este caso, dejar una opción abierta, según la disponibilidad de información que tenga la Ciudad. Por ejemplo, algunas Ciudades están utilizando herramientas como *iTree* (del Servicio Forestal de Estados Unidos de América), con la cual pueden obtener estimaciones del almacenamiento y captura de carbono, la remoción de contaminantes, la reducción de escorrentías, e incluso una valoración monetaria de estos servicios.

- Dentro del IBU, se recomienda la creación de una Estrategia Local de Biodiversidad y su plan de acción. Sería conveniente tener indicadores que midieran también el "contenido" de dicha agenda, así como otros enfocados a la consecución de sus objetivos y progresos.

- Finalmente, también sería conveniente tener indicadores que pudieran medir el impacto que tienen los programas, planes, proyectos y/o acciones de biodiversidad, tanto en los alcances de sus objetivos (conocimiento, restauración, conservación) como en la percepción local. Estos indicadores pueden tener una valoración más cualitativa que cuantitativa.

- Se mencionan recomendaciones y adecuaciones dentro de la discusión específica de cada indicador.



Referencias

Referencias

Ahern J, Cilliers SS, Niemela J. 2014. The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: A framework for supporting innovation. Landscape and Urban Planning 125: 254–259.

Aronson MFJ, *et al*. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. Proceedings of the Royal Society B 281 (art. 20133330).

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2016). *Guía metodológica del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. *Washington*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Viviendas y Desarrollo Urbano.

Barrico, L., Azul, A., Moais, M., Coutinho, A., Freitas, H. y Castro, P. (2012). Biodiversity in Urban Ecosystems: Plants and Macromycetes as Indicators for Conservation Planning in the City of Coimbra (Portugal). *Landscape and Ur-ban Planning*, *106*(1), 88-102.

Barton J., y J. Pretty. 2010. Urban ecology and human health and wellbeing. Pages 202–229 in Gaston KJ, ed. Urban Ecology. Cambridge University Press.

Brown C, Grant M. 2005. Biodiversity and human health: What role for nature in healthy urban planning? Built Environment 31: 326–338.

Cadi, A y Joly P. 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). Biodiversity & Conservation 13: 2511–2518.

Chan, L. et al (2014). *User's Manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index)*. Singapore: National Parks Board, Singapore.

Chapin III, F., Zavaleta, E., Eviner, V., Naylor, R., Vitousek, P., Reynolds, H., y Mack, M. 2000. Consequences of Changing Biodiversity. *Nature*, *405*(6783), 234-242.

CBD. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Organización de las Naciones Unidas. Consultado en: https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

CBD. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Consultado en: https://www.cbd.int/sp/targets/

CBD. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2012. Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica- Resumen Ejecutivo. *Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.* Montreal. 16 p https://www.cbd.int/authorities/doc/cbo-1/cbd-cbo1-summary-sp-f-web.pdf

Clewell, A.F., Aronson, J. 2013. Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession. Island Press. Washington D.C.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009.Capital Natural de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México. Consultado en: https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/biodiversidad/146/La-Biodiversidad-de-Guanajuato-Estudio-de-Estado

CONABIO- IEEG. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología de Guanajuato. 2015. Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Guanajuato. CONABIO-IEEG. Consultado en: https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/biodiversidad/159/Estrategia-para-la-Conservaci%C3%B3n-y-el-Uso-Sustentable-de-la-Biodiversidad-del-Estado-de-Guanajuato

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2016. Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016- 2030. Consultado en: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/enbiomex/pdf/ENBIOMEX_baja.pdf

CONEVAL. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. *Estadísticas de Pobreza en Guanajuato 2012.* Consultado en: http://www.coneval.gob.mx/coordinacion/entidades/Paginas/Guanajuato/principal.aspx

Fernández Carpio, V., E. Andrio Enríquez y M. M. Elos. 2012. "Aprovechamiento de la higuerilla (*Ricinus communis*) para uso bioenergético" en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado Vol. I. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE), pp. 234-240.

Dearborn D.C., y S. Kark. 2010. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology* 24:432-440.

Deslauriers, M., A. Asgary, N. Nazarnia y J.Jaeger. 2018. Implementing the connectivity of natural áreas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI). *Ecological Indicators 94(2):* 99-113

De Juana Aranzana, F. 2015. Gestión de zonas verdes urbanas y periurbanas para la conservación de la biodiversidad: El caso de Vitoria-Gasteiz. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.*39:313-322.

Diamond, S., Frame, A., Martin R., y Buckley, L. 2011. Species´trait predict phenological responses to climate change in butterflies. *Ecology* 92(5) 1005-1012.

D.O.F. Diario Oficial de la Federación 2016. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Reforma del Artículo 3° de la Ley de Planeación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 28 de noviembre de 2016.

GIZ. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2018. Integración de los Servicios Ecosistémicos en la Planificación y Gestión Urbana, Guía Rápida.

Consultado en:http://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Manual-de-Integraci%C3%B3n-de-los-Servicios-Ecosist%C3%A9micos-en-la-Planificaci%C3%B3n-y-Gesti%C3%B3n-Urbana.pdf

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2009. Plan de Ordenamiento territorial y ecológico para el Municipio de León. Consultado en: http://seieg.iplaneg.net/seieg/doc/POTE_LEON.pdf

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2010. Manejo Sustentable y Mejora de la Calidad de Vida de los Habitantes de las Microcuencas Ibarrilla, Ojo de Agua de los Reyes, Alfaro y San José Potrero. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/microcuencas/11-microcuencas-ibarrilla-ojo-de-agua-r-alfaro-san-jose-potrero-2010/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2011. Plan Maestro de Parques Lineales. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/areasverdesypaisajeurbano/139-plan-maestro-parques-lineales/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2012a. Manejo Sustentable y Mejora de la Calidad de Vida de los Habitantes de las Microcuencas La Patiña, Rincón de los Caballos y El Calvillo. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/microcuencas/178-micocuenca-patina/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2012b.Plan de Manejo Sustentable y Mejora de la Calidad de Vida de los Habitantes de la Cuenca Alta del Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/microcuencas/180-cuena-alta/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2012c. Plan Maestro del Parque Metropolitano de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/territorioyamb/197-plan-parque-metropolitano/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2012d. Estrategia Integral de Áreas Verdes en la Ciudad de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/areasverdesypaisajeurbano/18-estrategia-integral-areas-verdes-2012/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2013. Diagnóstico Ambiental del Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/territorioyamb/23-diagnostico-ambiental-del-municipio-de-leon-2013/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2014a. Plan de Manejo Integral de las Microcuencas del Nor- Oriente del Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/microcuencas/179-micocuencas-nororiente/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2014b. Plantas Silvestres en el Paisaje Urbano del Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/areasverdesypaisajeurbano/17-catalogo-plantas-silvestres/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2014c. Ampliación del Área Natural Protegida Sierra de Lobos en el Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/areasverdesypaisajeurbano/20-ampliacion-sierra-de-lobos-2014/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2015. Estudio de Condiciones y Requerimientos de Bioclimatismo en León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/territorioyamb/198-estudio-de-bioclimatismo/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2017a. Proyecto de Implementación del Plan de Manejo de las Microcuencas Ibarrilla, Castillos y Calvillo en el Municipio de León. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/microcuencas/238-plan-de-manejo-de-las-microcuencas-ibarrilla-castillos-y-calvillo/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2017b. Programa de Parques Lineales. Anteproyectos 2017. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/areasverdesypaisajeurbano/242-anteproyectos-parques-lineales/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2017c. Atlas de Riesgos de León. 2017. Etapa I. de los Fenómenos Químico y Socio Organizativo. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/riesgos/245-atlas-de-riesgos-de-leon-2017/file.html

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación de León. 2018. Atlas de Riesgos de León. 2018. Etapa II. De los Fenómenos Hidrometeorológico, Geológico y Sanitario Ambiental. https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/desarrollo-sustentable/riesgos/260-actualizacion-del-atlas-de-riesgos-de-leon-2018-etapa-ii-de-los-fenomenos-hidrometereologico-geologico-y-sanitario-ambiental/file.html

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Resultados definitivos. México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Censo Económico 2014. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC).

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.2015. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015. Estimadores de la población total en viviendas particulares habitadas por municipio y grupos quinquenales de edad según censo.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.2015. Microdatos de la Encuesta Intercensal.

INFONAVIT y ONU- HABITAT. 2018. Índice básico de las Ciudades Prósperas. CPI. 2018. León, Guanajuato. Consultado en: http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/cpi/2015/11020_Le%C3%B3n.pdf

Le Texier, M., Schiel K., y Caruso G. 2018. The provision of urban green space and its accesibility: Spatial data effects in Brussels. PLoS ONE 13(10): e0204684. Consultado en: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204684

Lepczyk, C.A., La Sorte, F., Myla, F., Aronson J., Goddard M., MacGregor-Fors I., Nilon C., y Warren P. 2017. Global Patterns and Drivers of Urban Bird Diversity. *En:* Murgui, E., y Hedblom M (Eds). *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments.* Pp13-33.Consultado en: https://www.researchgate.net/publication/313584518_Global_Patterns_and_Drivers_of_Urban_Bird_Diversity

McGarigal, K. 2015. Fragstats Help. Universidad de Massachusetts, E.U. 182p. Consultado en: https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf

Mitchell, J., Jung- Brown R., Bartholomew B (Eds). 2008. *Urban Herpetology*.Society for the Study of Amphibians and Reptiles. U.S. National Forest Service. 608 p.

Montoya, 2016. Reconocimiento de la biodiversidad urbana para la planeación en contextos de crecimiento informal. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo,* 9(18):232-275. http://dx.dol.org/10.11144/Javerlana.cvu9-18.rbup

Mora, F. 2019. The use of ecological integrity indicators within the natural capital index framework: The ecological and economic value of the remnant natural capital of Mexico. Journal for Nature Conservation 47:77-92

Nylon, C. 2011. Urban biodiversity and the importance of management and conservation. *Landscape Ecological Enginneering* 7: 45-52.

Nylon, C., M. Aronson., S. Cilliers., C. Dobbs., L.Frazee., M. Goddard., K. O´Neill., D. Roberts., E. Stander., P. Werner., M. Winter y K. Yocom. 2017. Planning for the future of Urban Biodiversity: A Global Review of City- Scale Initiatives.*Bioscience* 67(4): 332-342.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado en: https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

ONU- HABITAT. 2005. Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad. Foro Mundial Urbano. Barcelona, 2005. Consultado en: http://www.revistas.unam.mx/index.php/mecedupaz/article/viewFile/36443/33018

ONU- HABITAT. 2014. Urbanization and Sustainable Development: Towards a New Urban Agenda.

Ortega, R., I. McGregor (Eds.), 2013. Ecología urbana: Experiencias en América Latina, 130 pp. Disponible: en *http://www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana/ecologia_urbana_experiencias_en_america_latina.pdf*.

Pascual-Hortal, L. and Saura, S. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21 (7): 959-967.

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2014. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Año CL. Tomo CLII. Número 190.

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2015a. Plan Municipal de Desarrollo León hacia el Futuro. Visión 2040. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Año CII. Tomo CLIII. Número 166. Consultado en: https://www.implan.gob.mx/downloads/PMD2040.pdf

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2015b.Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial de León. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Año CII. Tomo CLIII. Número 166.Consultado en: https://www.implan.gob.mx/downloads/pmduoet_periodico_oficial.pdf

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2016. Reglamento del Consejo de Planeación de Desarrollo Municipal. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Número 147. Tercera parte 13 de septiembre de 2016. Consultado en: https://www.leon.gob.mx/aplicaciones/normasleyes/public/documentos/20160914104307 0.Reglamento%20del%20%20Consejo%20de%20Planeaci%C3%B3n%20de%20Desarrollo%20 %20Municipal%20de%20Le%C3%B3n%20Guanajuato.pdf?normaOrder=Sorter1&normaDir= ASC&normaPage=4

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2018. Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, Número 190, Décima Tercera Parte, 21 de septiembre de 2018.

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2019. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Año CVL. Tomo CLVII. Número 66.Consultado en: http://iplaneg.guanajuato.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2019/04/PO_66_2da_Parte_20190402_1523_5.pdf

P.O. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato.2020. Reglamento para la Gestión Ambiental del Municipio de León, Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Número 97. Segunda parte. Fecha: 14 de mayo de 2020. Consultado en: https://www.leon.gob.mx/aplicaciones/normasleyes/public/documentos/20200515123650 0.REGLAMENTO%20PARA%20LA%20GESTION%20AMBIENTAL.pdf?normaPage=4

Saura, S., y Pascual-Hortal, L. 2007a. Software for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity through graphs and habitat availability índices. User manual of Conefor Sensinode 2.2. Universidad de Lleida. España. 57 p.

Saura, S., y Pascual-Hortal, L. 2007b. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83 (2-3): 91-103.

Saura, S. y Torné, J. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling and Software* 24 (1): 135-139.

Sieber, J., y M. Pons. 2015. Assessment of Urban Ecosystem Services using Ecosystem Services Reviews and GIS- based Tools. *Procedia Engineering* 115: 53- 60.

Sobrino, J., Garrocho, C., Graizabord, B., Brambila C., y Aguilar A. 2015. *Ciudades sostenibles en México: una propuesta conceptual y operativa*. México. Fondo de Población de las Naciones Unidas y Consejo Nacional de Población.186 p.

TEEB. The Economics of Ecosystems & Biodiversity. 2011. TEEB: Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. Consultado en: http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%20Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf

Theobald, D.M. 2006. Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. In: Crooks, K.R., Sanjayan, M. (Eds.), *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press, New York, pp. 416–443.

Velázquez, I., Verdaguer, C., y Rueda, S. (2012). El libro verde de sostenibilidad urbana y local en el ámbito del urbanismo. En: S. Rueda (Ed.) *El libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información* (pp. 31-93). Madrid. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Kohsaka, R. et al (2013). Indicators for management of urban biodiversity and ecosystem services: city biodiversity index. In *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities* (pp. 699-718). Springer Netherlands.

Ramírez-Restrepo, L. and I. MacGregor-Fors. 2016. Butterflies in the city: a review of diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20: 171−182.

Ramírez- Segura O., y Wallace-Jones R. 2016. Insectos polinizadores en ambientes urbanos: perspectivas de su estudio en México. *Entomología mexicana* 3: 183-190.

Rodricks, S. (2010). *Singapore City Biodiversity Index*. Retrieved from http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/CaseStudies/Singapore%20City%20Biodiversity%20Index.pdf

Seto, K. C. et al (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(40), 16083-16088.

Soga M., y Gaston K.J. 2016. Extinction of experience: the loss of human- nature interactions. Frontiers in Ecology and the Environment 14(2):94–101

Tok, C. (2011). City Biodiversity Index. Retrieved from http://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP_1765_2011-02-11.html

Thuiller, W. (2007) Biodiversity: Climate Change and the Ecologist. Nature, 448, 550-552. http://dx.doi.org/10.1038/448550a

Müller, N., P. Werner, 2010. *Urban biodiversity and the case for implementing the convention on biological diversity in towns and cities*. En: Urban biodiversity and design. Oxford:Wiley-Blacwell.

Philippe Clergeau, « Urban biodiversity: is there such a thing? », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Dossiers, mis en ligne le 12 avril 1996, consulté le 10 février 2020. URL : http://journals.openedition.org/cybergeo/277 ; DOI : https://doi.org/10.4000/cybergeo.277

Sachs, J.D., Baille J.E.M., Sutherland J.W., Armsworth P.R., Ash N., Beddington J., Blackburn T., Collen B., Gardiner B., Gaston K., Godfray H.C., Green R., Harvey P., House B., Knapp S., Kümpel N., Macdonald D., Mace G., Mallet J., Matthews A., May R., Petchey O., Purvis A., Roe D., Safi K., Walpole M., Watson R., y Jones K. 2009. Biodiversity Conservation and the Millennium Development Goals. *Science* 325(5947):1502-1503.

Sánchez O., J. F. Charre-Medellín, G. Téllez-Girón, Ó. Báez-Montes y G. Magaña-Cota. 2016. Mamíferos silvestres de Guanajuato: actualización taxonómica y diagnóstico de conservación. Pp. 243-280 en Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.

Turrini T., y E. Knop. 2015. A landscape ecology approach identifies important drivers of urban biodiversity. *Global Change Biology* 21(4):1652-1667

Schocat, E., Lerman S., Anderies J., Warren P., Faeh S., y Nilon C. 2010. Invasion, Competition, and Biodiversity Loss in Urban Ecosystems. *BioScience* 60(3): 199-208

Sistema Urbano Nacional. 2018. Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf

Seto KC, Güneralp B, Hutyra LR. 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences 109: 16083–16088.

Zaldaña-Orantes, K. García-Rubio, O, Luna-Soria, H. y Rodríguez-Herrera, B. 2020. An update list of bats (Mammalia: Chiroptera) of Querétaro, México. En Prensa.

Zamora-Camacho, F. J. 2017. On the role of plant nurseries introducing *Indotyphlops braminus* (DAuDiN, 1803), in Spain. Herpetozoa 30: 69-72.

Zari, M.P. 2018. The importance of urba biodiversity- an ecosystem services approach. *Biodiversity Int.* 2(4):357-360

Zorrila- Ramos M., A. Vargas- Mena; A. Camargo., D. Osorio y J. Bravo. 2016. Documento de posición y Hoja de Ruta en materia de Biodiversidad Urbana en el contexto mexicano. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable de México (GIZ). Consultado en: https://www.giz.de/en/downloads/Biodiversidad urbana posicinamiento y hoja de ruta.pdf