

Los servicios ecosistémicos derivados de la infraestructura verde en el paisaje urbano, Parque lineal Pablo Neruda, Guadalajara

Ecosystem services derived from green infrastructure in the urban landscape. The Case of Pablo Neruda Linear Park, Guadalajara

Silvia Arias Orozco. Universidad de Guadalajara. silvia.aorozco@academicos.udg.mx ORCID 0000-0002-3851-2648

Rodolfo Sánchez Zamarrón. Universidad de Guadalajara. rodolfo@academicos.udg.mx

Fecha de recepción: 14/11/2023

Fecha de aceptación: 08/12/2023

<https://doi.org/10.25009/e-rua.v16i05.239>

Resumen

El presente estudio pretende ser un instrumento de planificación a largo plazo, orientada a establecer acciones que conduzcan al desarrollo de una infraestructura ecológica. El objetivo es generar beneficios tangibles para las personas mediante el aprovechamiento de estos espacios, al tiempo que se ofrecen servicios ambientales y sociales que contribuyan a la creación de entornos habitables en el ámbito urbano. Esto se logra al mantener la naturaleza en la ciudad, conectando y enlazando la ciudad en el territorio y hacer la ciudad más fértil y dotarla de mayor resiliencia ante los retos de futuro. Por lo tanto, este documento se convierte en un eje estratégico que concreta las bases respecto a la conservación de la biodiversidad, logrando una infraestructura ecológica que promueva los servicios ecosistémicos y potencie a una ciudad donde naturaleza y urbe interactúen.

Palabras clave.

Servicios ecosistémicos, Infraestructura verde, Paisaje urbano.

Abstract.

The present study aims to serve as a long-term planning tool, directed towards establishing actions that lead to the development of an ecological infrastructure. The objective is to generate tangible benefits for people

by leveraging these spaces, while providing environmental and social services that contribute to the creation of habitable environments in urban areas. This is achieved by maintaining nature within the city, connecting and linking the city to the surrounding territory, making the city more fertile, and endowing it with greater resilience to future challenges. Therefore, this document becomes a strategic axis that outlines the foundations for biodiversity conservation, achieving an ecological infrastructure that promotes ecosystem services and enhances a city where nature and urban life interact.

Keywords.

Ecosystem services, Green infrastructure, Urban landscape.

Introducción

En Latinoamérica la planificación territorial ha sido en general débil, lo que ha repercutido en altos niveles de desigualdad y segregación espacial (UN-Hábitat, 2014), así como, en la pérdida de ecosistemas naturales y la degradación del paisaje (UNEP, 2010). Esta escasa planificación, asociada a un gran crecimiento de la población urbana, ha resultado en una rápida expansión urbana, continua y dispersa, y que ha generado diferentes morfologías urbanas, las que tienen en común la ocupación de espacios periurbanos de alto valor ecológico, afectando

a ecosistemas naturales y agrícolas (Henríquez, 2014). Estos ecosistemas periurbanos, que se pierden por la expansión urbana, pueden proveer diversos servicios ecosistémicos de alto valor para la calidad de vida urbana, tales como disminuir los contaminantes del aire, ofrecer espacios de recreación y contacto con la naturaleza, regular y prevenir aluviones, infiltrar las aguas de lluvia, disminuir las inundaciones, y proveer hábitat para especies, entre otros (Huang et al., 2011; De la Barrera et al., 2013; Radford y James, 2013).

La rápida expansión urbana que han experimentado las ciudades latinoamericanas desde finales del siglo pasado ha sido principalmente el resultado de la escasa planificación, ligada a las políticas neoliberales que entregaron al mercado la decisión sobre hacia dónde y cómo desarrollar las ciudades (Valencia, 2008). Esto ha estimulado la extensión de las ciudades, promoviendo el uso del transporte privado y alejando a las zonas residenciales de los centros de servicios comerciales, educativos y culturales.

La importancia del estudio radica en presentar a los ecosistemas naturales no sólo como un elemento más del paisaje urbano, sino además como un bien colectivo y en este sentido se hace consciente de que las acciones antropizadas en el entorno inciden más

allá del contexto meramente urbano.

Cabe destacar que esta propuesta sigue de alguna manera, las recomendaciones establecidas en el plan estratégico de AICHI (2011), el cual en 2020 se cumplió el plazo fijado para estas acciones.

Uno de los retos de este tipo de proyectos es la coordinación de los municipios que integran la zona metropolitana de Guadalajara. Si bien es cierto que en la actualidad se llevan a cabo políticas concretas para que la naturaleza ocupe su lugar en la ciudad y para que incremente la diversidad biológica, con la convicción de que una ciudad más verde es una ciudad que ofrece más posibilidades a la salud y al bienestar de las personas, es también cierto que los intereses económicos y políticos inciden en esta toma de decisiones.

La biodiversidad remanente de las grandes ciudades, y específicamente la que se encuentra en los espacios verdes, es en muchos de los casos, la única oportunidad de interacción con la naturaleza que la ciudad ofrece a sus habitantes, y cumple funciones ambientales y sociales básicas para mejorar su bienestar y calidad de vida. Esta investigación tiene como finalidad ser un instrumento estratégico que permita definir parámetros para el manejo, la conservación y mejora de la infraestructura verde desde la integración de los servicios ecosistémicos y respecto al conocimiento, que da como resultado beneficios a los habitantes de la ciudad.

La infraestructura verde está formada por el conjunto de espacios verdes presentes en el espacio urbano, a la que se han incorporado por una transformación proyectada del espacio, y este verde, junto con los espacios naturales y los agrícolas, forma la infraestructura ecológica descrita, que posee una diversidad de especies autóctonas,

y que funciona en un único sistema ecológico complejo. El verde urbano es también, biodiversidad vegetal y lugar de vida para la biodiversidad animal (Rueda, 2012). En esta investigación se toma como elemento para analizar la infraestructura verde y los corredores verdes, específicamente los parques lineales.

La presencia de elementos bióticos en el contexto urbano, forman una serie de beneficios y ventajas para sus habitantes. Sin embargo, este patrimonio natural está sujeto a una serie de factores e impactos, a raíz de los cuales su supervivencia cada vez es más compleja. Las condiciones físicas y de calidad ambiental de la ciudad no siempre son las mejores respecto a la disponibilidad de espacio y agua, y a la calidad del suelo y del aire, por mencionar algunos. Por otro lado, la presión urbana afecta el patrimonio natural: el desarrollo de la ciudad, la demanda recreativa o el tráfico son ejemplos de actividades que pueden tener un impacto en la biodiversidad. El patrimonio natural de la ciudad está formado por espacios con vegetación situados en un medio físico concreto que son el hábitat de gran parte de la fauna urbana, por lo que deben ser objeto de conservación (Ajuntament de Barcelona, 2011). Esta conservación debe entenderse como la utilización humana de la biosfera para que proporcione el máximo beneficio de una forma sustentable, manteniendo, a la vez, el potencial necesario para las generaciones futuras y teniendo en cuenta aspectos como la preservación, el mantenimiento, el uso sustentable, la restauración y la mejora del entorno.

Justificación

La infraestructura ecológica en la trama urbana.

El verde está presente en toda la trama de la ciudad de Guadalajara, pero en

la mayoría de los casos se trata de manchas aisladas, sin continuidad. En este estudio se propone potenciar los servicios ecológicos, ambientales, sociales y económicos conectando las distintas áreas con vegetación para formar una infraestructura ecológica robusta y eficaz.

La suma de todos los espacios — naturales o ajardinados, grandes o pequeños, públicos o privados, simples o complejos— forma el sistema verde de la ciudad, constituido por espacios naturales abiertos, bosques urbanos, parques, jardines, plazas, huertos, calles arboladas, verde en la calle, estanques, cubiertas y muros.

La infraestructura ecológica es el sistema de soporte a la vida y tiene una misión muy importante: facilitar el funcionamiento de la ciudad junto con otras infraestructuras. Está formada por espacios naturales, ajardinados, públicos o privados, que ofrecen servicios ecológicos, ambientales, sociales y económicos. Esta aportación se potencia con la conectividad, es decir, con la continuidad de los espacios verdes, que permite la movilidad de los organismos que se encuentran de manera que no se interrumpan los procesos ecológicos y los flujos que los caracterizan respecto al agua, la

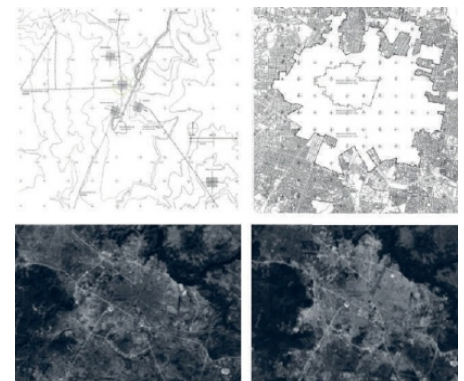


Figura 1. Cuatro etapas de crecimiento y transformación de la ciudad. a) Mapa de la traza original. b) Mapa del crecimiento de la ciudad hacia 1950 (traza original al centro). c) Mapa satelital de la mancha urbana en 1983. d) Estado actual. Fuente: Instituto de Información Estadística y Geográfica (2018: 18).

materia, la fauna, etc. “El metabolismo del sistema urbano en relación con el verde y la biodiversidad” muestran un sistema urbano con los aspectos de su metabolismo que más relación tienen con el verde y la biodiversidad: el ciclo del agua, los flujos de alimentos, residuos, energía y el aire.

Los espacios verdes urbanos aportan valores ecológicos esenciales para la ciudad, como por ejemplo la naturalidad, la biodiversidad, la complejidad o la conectividad, pero también valores socioculturales como la salud, el bienestar, la belleza, el paisaje, la cultura o la posibilidad de establecer relaciones sociales. Para el caso del AMG se han definido unas tipologías de espacios que son las más representativas del sistema verde de la ciudad: espacio natural abierto, parque, jardín, plaza, huerto, calle arbolada, verde en la calle, estanque y lago, cubierta y muro.

Para valorar los servicios que aportan estos espacios se han considerado una serie de atributos propios de los servicios ecosistémicos. A su vez, cada atributo se ha desglosado en diferentes parámetros que permiten valorarlo cuantitativamente. Las funciones que cumplen estos espacios se pueden potenciar con una planificación, un diseño y una gestión bien dirigidos. Determinar de forma objetiva cómo se comporta ambiental o socialmente una tipología concreta de verde no resulta una tarea sencilla. No es lo mismo la calidad de hábitat o la calidad ambiental de un bosque urbano, que la de un parque o jardín, como tampoco son lo mismo la capacidad de acogida o el interés cultural de estos espacios, por poner un ejemplo.

Comportamiento de la infraestructura verde

Concretar el futuro del área metropolitana de Guadalajara (AMG) en

relación con el verde y la biodiversidad es uno de los objetivos principales de esta investigación. Su visión parte del análisis de la situación actual, de la observación de la trayectoria de otras ciudades referentes y de un esfuerzo colectivo de prospectiva para repensar e imaginar la ciudad que queremos.

Las características y acciones que deben cumplir las áreas urbanas, hacia un desarrollo ecológico:

Una ciudad que dispone de una infraestructura ecológica que enlaza ciudad y territorio, y que aporta servicios ambientales y sociales: resiliencia, paisaje, salud, belleza, cultura y oportunidades de relación para las personas.

Una ciudad donde se aprecia se conserva y se potencia la biodiversidad como patrimonio natural de la Tierra y como fuente de beneficios para las personas y las generaciones presentes y futuras.

Una ciudad en la que se aprovechan todas las oportunidades para incorporar naturaleza y para favorecer el contacto de las personas con los elementos naturales.

De acuerdo con esta visión, este documento de desarrolla en líneas estratégicas, que se concretan en acciones destinadas a reforzar y poner en valor el verde y la biodiversidad de la ciudad. Además de establecer un programa de actuaciones, en esta investigación se propone un modelo de sistema verde urbano y, por lo tanto, un estándar de ciudad donde el verde no es un complemento ornamental, sino una verdadera infraestructura ecológica. El cual se desarrolla a partir de la conectividad, y se concreta en un instrumento: los corredores verdes urbanos, que permiten llegar a configurar una verdadera red, una

infraestructura ecológica robusta y funcional.

Adaptación de los corredores verdes.

Los corredores verdes urbanos son franjas con una presencia dominante de vegetación y para uso exclusivo —o cuando menos prioritario— de peatones y bicicletas, que atraviesan el tejido urbano y que garantizan la conexión entre las “diversas manchas” de verde de la ciudad. El conjunto de corredores forma una red verde funcional conectada con los espacios naturales periféricos, una verdadera infraestructura ecológica dentro de la ciudad. Además, los corredores verdes urbanos son ejes que se distinguen por la calidad del espacio de estancia y de paseo y por la presencia de una naturaleza cercana a la ciudadanía. Esto hace a la ciudad más amable, a la vez que crea hábitats atractivos para la fauna y multiplica los beneficios ambientales y sociales. En este sentido, los corredores verdes urbanos desempeñan también un papel estratégico en la consecución de una ciudad saludable. Los mismos ponen en contacto las áreas naturales periféricas con la trama urbana y vertebran la infraestructura ecológica de la ciudad al incorporar los espacios verdes y potenciar la biodiversidad.

La naturalización de los espacios urbanos implica llenar de naturaleza el ambiente construido, introduciendo el verde en la estructura urbana tanto como sea posible. En la trama urbana del AMG existen innumerables espacios que ofrecen oportunidades para albergar el verde y la biodiversidad. Una vegetación abundante y cercana equilibra las condiciones ambientales y genera un conjunto de servicios ecológicos que mejoran la calidad de vida y la salud de las personas. El recubrimiento vegetal absorbe el polvo y las partículas contaminantes suspendidas en el aire,

disminuye la contaminación acústica, reduce los procesos de erosión del suelo, regula el nivel de humedad del ambiente e incrementa el confort urbano, equilibra el ciclo del agua, reduce el consumo energético de los edificios, genera conectividad ecológica y alberga más flora y fauna. A la vez, el verde urbano configura un paisaje que hace posible la relación y el encuentro, el paseo y la práctica de actividades de ocio al aire libre, y permite disfrutar de espacios agradables y restauradores.

La idoneidad del caso de estudio está definida por tres factores principales: Sus dimensiones, la proximidad con un sistema natural primario y la caracterización paisajística del lugar. Con base en lo anterior, el área de estudio es el parque lineal de Pablo Neruda, desde la avenida Américas hasta la avenida Acueducto, cuyo límite se encuentra en la figura 2 con su correspondiente simbología.

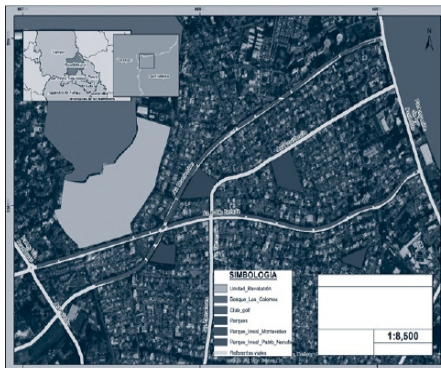


Figura 2. La relación de conectividad del parque lo hace un área de estudio pertinente. Gráfica elaborada con base en Google Maps.

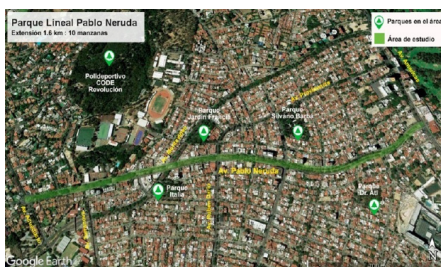


Figura 3. Área total de estudio. Elaboración propia con base a Mapa de Google Earth.

El área correspondiente es de 84'732,920 m² según el sistema de medición del INEGI en su mapa digital. Según se muestra en la figura 3.

Importancia del Parque Lineal Pablo Neruda.

La importancia de este estudio se enfoca en localizar los puntos de encuentro entre la planificación del paisaje a través de una valoración integral de los servicios ecosistémicos, es decir, de qué manera intervienen estos servicios en el entorno para beneficio de los ciudadanos. Para ello, se establecieron una serie de parámetros que permitieran comprobar que: la integración de los servicios ecosistémicos, en el paisaje urbano y los factores que inciden en él, permiten una correcta planificación del paisaje mediante el uso de la infraestructura verde como unidad paisajística, que además pueda servir como indicador para la integración de estos servicios en los proyectos planteados.

Una vez realizada la etapa de análisis, recolección de datos y mediciones, el siguiente punto es generar el vaciado de esos datos y así obtener los resultados que permitan determinar el grado de valoración integral de los servicios ecosistémicos en la planificación del paisaje en la infraestructura verde. Con la metodología descrita a lo largo de este capítulo se irán desglosando esos datos en el mismo orden.

Los servicios ecosistémicos culturales se abordan en dos vías: por un lado, un análisis crítico desde la perspectiva del espacio construido y su puesta en escena en el contexto donde se localiza el Parque Lineal Pablo Neruda, y por otro la percepción que tiene el usuario desde algunas aristas propias de este servicio. Se puede observar en el levantamiento (figura 5) que el espacio del parque proporciona una continuidad al paisaje, esto con elementos compositivos que dan una congruencia al concepto del

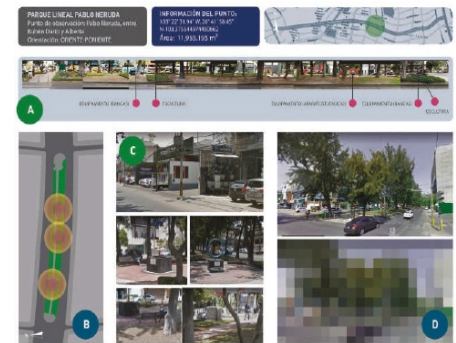


Figura 4. Levantamiento del parque Pablo Neruda. Fuente: elaboración propia.

parque; estos elementos formales tienen un equilibrio muy bien definido entre naturaleza y espacio construido, además del buen estado en el que se mantiene el parque, incrementa esta sensación de balance. El equipamiento urbano es adecuado: existen áreas de ejercicio, relajación, vías y accesos adecuados. La infraestructura que sigue al parque, es decir comercios, casas e instituciones, también está en equilibrio con el parque, e incluso resulta un activo valioso para las edificaciones a lo largo de esta vía. Uno de los grandes beneficios que se tiene del parque son los recorridos visuales; por las características de la vegetación en relación con el punto de vista del usuario, se tiene la sensación de que el parque es mucho más grande de lo que aparenta; por tal motivo, desde la perspectiva del usuario podría ser un espacio totalmente vegetado. En el mapa de color se puede observar cómo las tonalidades de verde predominan en este ejercicio de calidad visual paisajística, por lo que se puede concluir en este apartado que bajo la perspectiva metodológica que se plantea en este punto para los servicios culturales, cumple con los elementos necesarios para considerar cumplidos los objetivos de este servicio.

Los servicios culturales y de regulación.

En el apartado sobre el modelo de análisis se explican los criterios, indicadores, índices y variables que son pertinentes



Figura 5. Los indicadores están relacionados con la selección de servicios ecosistémicos específicos. Fuente: elaboración propia con base en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005).

para el caso de estudio, que a su vez son el resultado de la relación existente con los servicios ecosistémicos.

En ese sentido ya se ha establecido que los servicios ecosistémicos a estudiar son dos, los culturales y los de regulación, ya que los servicios de soporte están dados por el mismo espacio físico y los de provisión; por la naturaleza del espacio a estudiar, no son de utilidad en los resultados que se pretende obtener.

Diagnóstico de los servicios culturales.

Como se ha establecido con anterioridad, los ecosistemas están estrechamente relacionados con los servicios culturales, todas las sociedades se desarrollan en este contexto y en esta relación, el espacio natural es una parte inseparable de la cultura, de la historia y de la tradición. En esta sección se hace un diagnóstico de la actualidad del paisaje a estudiar, como parte de un proyecto de planificación, haciendo hincapié en la manera en que los servicios ecosistémicos sirven como instrumento en esta planeación.

El primer servicio ecosistémico que se estudia es el cultural; ya establecidos los criterios para su evaluación, se hacen los levantamientos y se presentan las fichas correspondientes, que a su vez en la siguiente parte se habla de los resultados encontrados.

Los criterios de evaluación están



Figura 6. Análisis visual y de Calidad Paisajística del Parque lineal Pablo Neruda. Fuente: elaboración propia.

divididos en cuatro partes:

- Equipamiento del parque y su infraestructura.
- El ámbito del parque y las zonas de más uso.
- El contexto inmediato del parque, comercios, vivienda, etcétera.
- Análisis de color ambiental (representado en una imagen de pixel).

Cada uno de estos apartados está representado en la siguiente figura:

Diagnóstico de los servicios de regulación

Los servicios de regulación controlan las condiciones del ambiente, donde los seres humanos realizan sus actividades productivas. Los servicios que se analizan y componen esta categoría, para el caso de estudio del Parque Lineal Pablo Neruda, son los siguientes:



Figura 7. Indicadores de servicios de regulación. Fuente: elaboración propia con base en FAO 2006.

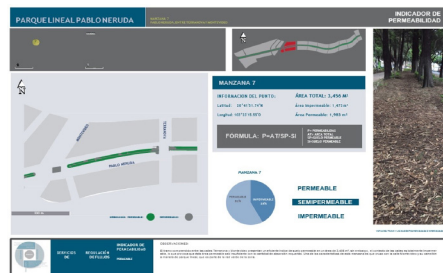


Figura 8. Análisis y levantamiento del indicador de permeabilidad del suelo. Fuente: elaboración propia.

Diagnóstico de la regulación de flujos de agua.

Dentro de los servicios ecosistémicos, específicamente los servicios de regulación de flujos de agua tienen que ver con la gestión integral del agua. En el ámbito urbano tiene que ver con las composiciones del suelo y el manejo de las aguas residuales y de lluvia.

El del índice básico del suelo (IBS) permite un enfoque más cercano para estudiar esta problemática y además coincide con los elementos compositivos de los servicios ecosistémicos, de tal manera que ambas

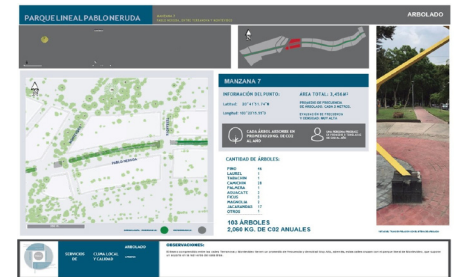


Figura 9. Análisis y levantamiento del indicador de Densidad de arbolado. Elaboración propia, Basado en Vitoria-Gasteiz, 2010.



Figura 10. Mediciones de Secuestro y Almacenamiento de Carbono. Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Resultado de las mediciones de CO y Partículas (ppm). Fuente: elaboración propia.

posturas resultan complementarias para los fines que se pretenden demostrar en este texto. A continuación, se presenta el levantamiento para medir la permeabilidad del suelo bajo los parámetros establecidos anteriormente.

El tratamiento de los factores ambientales relacionados con el proceso de estudio e interpretación se desarrolla en las siguientes fichas:

Resultados. Análisis de la percepción. En la generación de la ficha, se evaluaron los aspectos del equipamiento, de comercios y la infraestructura del parque, así como las fachadas anexas al mismo. En general se establece que las condiciones son de calidad y que además los usos de todos estos servicios son constantes, se genera un ambiente activo y los usuarios realizan actividades la mayor parte del tiempo.

Resultados: De los servicios ecosistémicos analizados, dentro del parque lineal de Pablo Neruda, se dan a conocer los niveles de permeabilidad del suelo que lo contiene.

Los indicadores de regulación de flujos



Figura 12. Análisis de percepción de los Servicios Culturales. Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Niveles de permeabilidad obtenidos en el sector del parque de Pablo Neruda. Fuente: elaboración propia.

de agua, habla de la permeabilidad del suelo, para ello se hizo un levantamiento y a partir de un trazado vectorial de cada una de las 10 manzanas, se hace una diferencia entre las zonas permeables e impermeables.

En el caso de las zonas específicas del parque, se concluye que por la composición y distribución de la vegetación, el suelo es semipermeable con un 54.5% de suelo permeable y 45.5% de suelo impermeable en el promedio de todas las manzanas, aunque es importante resaltar que la avenida que sigue al parque es totalmente impermeable, lo que provoca que en temporal de lluvias existan inundaciones, ya que la cantidad y calidad del suelo permeable queda rebasado por el total de la precipitación y aunado a la creciente construcción de edificios sobre la misma avenida y la deficiente red de alcantarillado de la ciudad, la correcta infiltración y drenaje de las aguas; sin embargo, la zona tiene un soporte ecológico efectivo, primero, la situación geográfica permite que la acumulación del agua de lluvia que queda sobre el suelo impermeable corra por un escurrimiento natural que es la avenida Montevideo y descargar en el

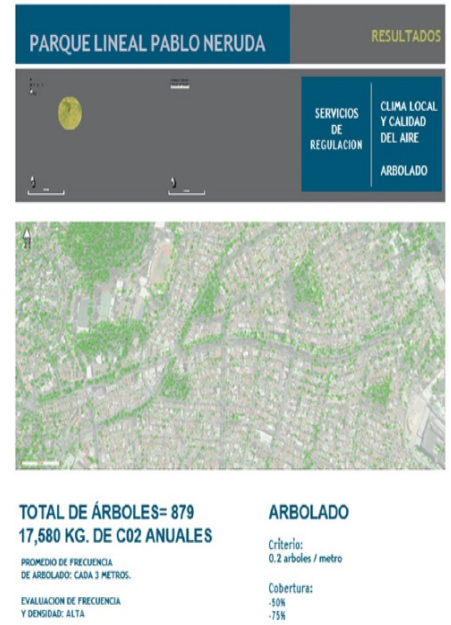


Figura 14. Resultado de servicios de regulación. Clima local y Calidad de aire: Arbolado. Fuente: elaboración propia.

Country Club, esto pone en evidencia que la red del verde urbano, cumple con sus funciones naturales.

Clima local y Calidad de aire.

Los indicadores de Clima y calidad del aire se dividen en dos partes, por un lado, la cobertura vegetal y la capacidad de absorber el CO2, para ello se hizo un levantamiento y a partir de un trazado vectorial del arbolado de cada una de las 10 manzanas.

El total del arbolado es de 879 árboles que absorben 17 toneladas de CO2 anuales. Estas mediciones se hicieron a partir de la calculadora de AQUAE FUNDACIÓN Por otro lado, la densidad de arbolado se obtuvo a partir del conteo del arbolado del parque y los parámetros establecidos por el IBS indican que los valores obtenidos en el parque corresponden a un nivel deseable de cobertura viaria, que además de satisfacer las necesidades de la fauna existente, ayuda en la regulación de la temperatura y la calidad del aire y además con los criterios de conectividad.

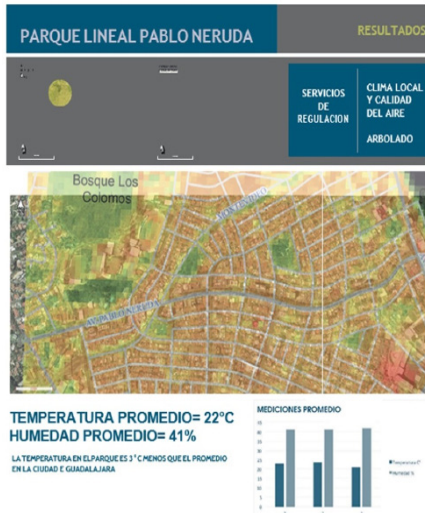


Figura 15. Resultado de Servicios de regulación. Clima local y Calidad de aire: Temperatura y Humedad. Fuente: elaboración propia.

Clima local y Temperatura.

Los valores de la humedad y temperatura se midieron a partir de un microcontrolador (ARDUINO) instalado en 3 estaciones en el parque, como se explica en el diagnostico cada una de estas estaciones hizo mediciones cada 5 minutos hasta completar 32 ciclos, lo que permite un parámetro fiable, los resultados obtenidos indican que la temperatura promedio es de 22°C, mientras que la humedad es el 41%.

Por otro lado, CONAGUA (2020), indica que la temperatura promedio en el mes de enero de 2022 en el AMG, fue de 25%, la mediciones del parque se hicieron durante el mes de enero de 2020. El resultado es que en promedio son 3°C menos al interior del parque que el promedio de la ciudad, esto permite una reflexión sobre la importancia de los espacios verdes para el confort térmico de las ciudades y la puesta en la mesa de políticas que beneficien este tipo de intervención y conservación.

Clima local y secuestro y almacenamiento de carbono.

Utilizando el microcontrolador y las mismas estaciones se hicieron las mediciones de partículas de Partes por

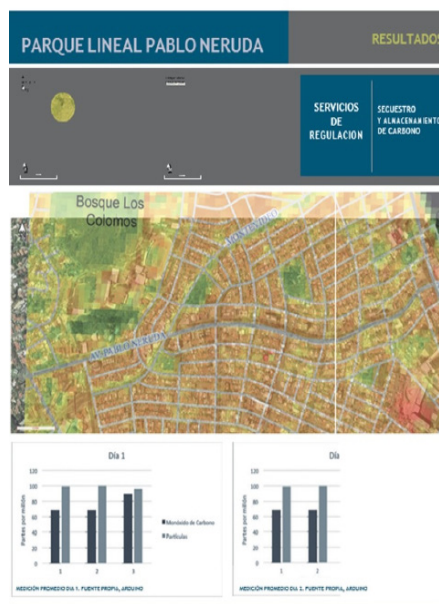


Figura 16. Resultado de Servicios de regulación. Secuestro y almacenamiento de carbono (CO). Fuente: elaboración propia.

Millón PPM10, PPM25 y monóxido de carbono. El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que se origina en la combustión incompleta de los combustibles fósiles. En los inventarios de zonas urbanas, el CO generalmente alcanza un orden de magnitud mayor que cualquier otro contaminante.

Este compuesto no es precursor de PPM, pero puede tener efectos en la salud de la población y puede contribuir a la



Figura 17. Resultado de Servicios de regulación. Influencia de los espacios verdes colindantes, que intervienen en la biodiversidad. Fuente: elaboración propia.

formación de ozono. SEMADET (2014). Además, según la propia SEMADET es el contaminante más importante en el AMG, con 4'275,280.43 Mg de CO anuales, los datos arrojados en este trabajo, indican que el promedio está por encima de los niveles permitidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM).

Indicador de biodiversidad

El indicador de biodiversidad explica las relaciones dinámicas que existen entre los espacios naturales y una vez establecida esta dinámica, se relaciona con los movimientos del ser humano.

El parque lineal está dotado en una infraestructura que le permite un desempeño adecuado, existen parques y jardines cercanos y sobre todo tiene uno de escala metropolitana como lo es el Bosque Los Colomos, que le da el soporte necesario para las estrategias de conectividad. El radio de influencia que tiene el parque es adecuado para hablar de una red verde que propicia el aumento de la biodiversidad; este radio tiene un alcance natural de 2458 habitantes según datos del Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG), estos corresponden a los habitantes inscritos dentro de este radio de influencia.

Conclusión.

La estructura sistemática mediante la cual se elaboró este documento va desde el diagnóstico de los servicios ecosistémicos en un punto del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), hasta el análisis de los variables relevantes y pertinentes en el área de estudio, pasando por la cuantificación y valoración de dos de los servicios: los culturales y los de regulación, y finalmente su utilización en los procesos de diseño y planificación del paisaje. La metodología utilizada para la valoración y priorización de los servicios ecosistémicos fue evaluada

y aplicada como parte de un proceso para el uso sustentable del territorio. Asimismo, se demostró su importancia de uso no sólo para la planificación y el diseño del área sino también para aumentar el conocimiento sobre los procesos que se llevan a cabo en los mismos, dentro del área metropolitana de Guadalajara (AMG). Relacionado con lo anterior, las ventajas de utilizar esta metodología es que permiten disminuir los niveles de complejidad y por lo tanto mejorar el manejo del territorio. En este sentido, el presente documento pone de manifiesto la importancia de las consecuencias que generaron las decisiones tomadas en el uso actual del territorio del AMG y la necesidad de generar alternativas sustentables a este uso y la metodología que se debe llevar a cabo para conformar una planificación y diseño acorde con los procesos que ocurren en los servicios mencionados.

El espacio físico que ocupa el área de estudio ha sufrido cambios en el tiempo debido a acciones multifactoriales, entre ellos el incremento de la mancha urbana, teniendo como consecuencia la fragmentación de la misma y por consiguiente la disminución de las áreas verdes. Los procesos de crecimiento urbano crean cambios de raíz en los ciclos de biogeoquímicos e hidrológicos que provocan, entre otras cosas, una disminución en la entrada de carbono en los suelos y un aumento de las inundaciones debido a la impermeabilización de las áreas verdes con las construcciones de las ciudades y su infraestructura.

La pérdida y degradación de las áreas verdes y las productivas por efectos del crecimiento demográfico y la urbanización, genera el deterioro de las funciones y de la oferta de los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas urbanos.

Al mismo tiempo, provoca cambios ambientales y sociales que no pueden ser solucionados en el corto plazo. Los cambios en los servicios ecosistémicos de regulación y soporte (como los ciclos bio-geoquímicos e hidrológicos) a nivel del paisaje del AMG están vinculados con la falta de planificación del territorio como consecuencia de un análisis sesgado y fragmentado de los mismos servicios. La instrumentación de estos servicios urbanos es un componente necesario para el análisis de las respuestas a los cambios en el manejo, en el uso y la conservación de estas áreas donde existe un avance creciente de los ambientes altamente urbanizados.

Referencias.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2014). Objetivos del Desarrollo Sostenible. ONU. Recuperado el 21 de julio de 2021, de <https://www.un.org/es/>

UNEP. Latin America and the Caribbean: Environment Outlook. United Nations. Nairobi. 2010. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap4_biodiversidad.pdf

Henríquez C. 2014. Modelando el crecimiento de ciudades medias: Hacia un desarrollo urbano sustentable. Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile.

Huang S-L, Y-H Chen, F-Y Kuo, S-H Wang. 2011. Emergency-based evaluation of peri-urban ecosystem services. *Ecology Complex* 8: 38-50. <https://www.researchgate.net/publication/328747893>

Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO. Metas Aichi para la Biodiversidad Biológica 2011-2020. Ecuador. <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/metasaichi/>
Ajuntament de Barcelona. (2011, 1 de

enero). Recuperado el 24 de marzo de 2011, de www.bcn.es: http://w110.bcn.cat/portal/site/PaisatgeUrba/menuitem.b368854318184aa433433343a2ef8a0c/?vgnnextoid=6e15330e4ef39210vgncm10000074fea8c0rcrd&vgnextchannel=6e15330e4ef39210vgncm10000074fea8c0rcrd&lang=es_es

Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2018). Guadalajara diagnóstico municipal mayo 2018. Guadalajara: Instituto de Información Estadística y Geográfica/H. Ayuntamiento de Guadalajara.

INEGI. Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Espacios Verdes del Área Metropolitana de Guadalajara.

H. Ayuntamiento de Guadalajara. (2017). Manual de arbolado. Guadalajara: H. Ayuntamiento de Guadalajara-Dirección de Medio Ambiente.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Manual de Cartografía Geoestadística. https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/mg/metadatos/manual_cartografia_censal.pdf

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio - MEA. (2005). Ecosistemas y Bienestar Humano: Síntesis de Biodiversidad. Washington, DC: Instituto de Recursos Mundiales.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2006). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/resources/es/>

Vitoria-Gasteiz (2010). Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/14/38914.pdf>

Fundación Aquae (2019). Fundación Aquae lucha por compensar sus emisiones de CO2. <https://www.fundacionaquae.org/fundacion-aquae-un-100-de-compensacion-del-co2/>

CONAGUA. Temperatura - Servicio Meteorológico Nacional. (2022). <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/temperatura-form>

SEMADET (2014). Programa para mejorar la calidad del aire (PROAIRE) 2014-2020 y Recomendaciones para lograr impactos en la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Guadalajara. https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/revision_y_recomendaciones_del_programa_para_mejorar_la_calidad_del_aire_2014-2020.pdf