

# Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile

## Methodological Proposal for the Identification of Potential Urban Green Corridors. Case study: Temuco, Chile

Recibido: septiembre 18 / 2023 • Evaluado: noviembre 5 / 2023 • Aceptado: mayo 10 / 2024

### CÓMO CITAR

Moreno, R., Lora-González, Á., Galán, C., & Zamora-Díaz, R. (2024). Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 189-204.  
<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5503>

#### Roberto Moreno\*

Universidad Científica del Sur. Lima (Perú)  
Carrera de Arquitectura y Urbanismo Sostenible  
Grupo de investigación Ciudad y Arquitectura Sostenible

#### Ángel Lora-González\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Grupo de investigación Bases biológicas para el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad (RNM 322)

#### Carmen Galán\*\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra (IISTA), Grupo de investigación Botánica Sistemática y Aplicada (RNM 130)

#### Ricardo Zamora-Díaz\*\*\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Grupo de investigación Ciencias y Recursos Forestales (RNM 227)

### RESUMEN

Los corredores verdes urbanos son una solución basada en la naturaleza (SBN) que provee zonas de esparcimiento y una red de conectividad urbana para movilidad activa, además de prestar servicios ecosistémicos a los habitantes de las ciudades, que mejoran su calidad de vida, y son una herramienta de gestión fuerte para el desarrollo de ciudades sostenibles. El presente trabajo propone una novedosa metodología, susceptible de ser ampliada, para el diseño de corredores verdes urbanos, mediante un caso práctico en una ciudad de tamaño intermedio, Temuco (Chile), basada en la selección de áreas verdes urbanas pequeño-medianas que unidas a redes de ciclovías y calles peatonales conecten las áreas verdes núcleo de la ciudad, entendiendo estas como zonas verdes de alta densidad y diversidad vegetal. Los resultados muestran la aplicabilidad de los criterios metodológicos utilizados en el diseño de corredores verdes, y evidencian las condiciones positivas de Temuco respecto a calidad y superficie de áreas verdes, ciclovías y calles peatonales que fomenten la movilidad urbana limpia. Además, el método es replicable en otras ciudades, lo que permite incorporar nuevos parámetros que supongan mayores beneficios provenientes del corredor verde.

#### Palabras clave:

arbolado urbano; ciclovías; movilidad activa; sostenibilidad; urbanismo

## ABSTRACT

Urban green corridors are a Nature-Based Solution (NBS) that provides recreational areas and a network of urban connectivity for active mobility, in addition to providing ecosystem services to city dwellers, improving their quality of life, and serving as a strong management tool for sustainable city development. This paper proposes an innovative methodology, capable of being expanded, for designing urban green corridors through a practical case in a mid-sized city, Temuco (Chile), based on the selection of small to medium urban green areas that, connected to bike paths and pedestrian streets, link core green areas of the city, understanding these as high-density green zones with diverse vegetation. The results show the applicability of the methodological criteria used in designing green corridors, and highlight the positive conditions of Temuco regarding the quality and surface area of green spaces, bike paths and pedestrian streets that promote clean urban mobility. Moreover, the method is replicable in other cities, allowing for the incorporation of new parameters that may yield greater benefits from the green corridor.

### Keywords:

urban trees; bike paths; active mobility; sustainability; urban planning

- ✱ Ingeniero Forestal, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.  
Doctor en Recursos Naturales y Sostenibilidad, Universidad de Córdoba. España.  
Doctor en Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales, Universidad de Sevilla. España.  
 <https://orcid.org/0000-0002-9789-0905>  
 <https://scholar.google.cl/citations?user=XimWFWMAAAAJ&hl=es>  
 [rmorenog@cientifica.edu.pe](mailto:rmorenog@cientifica.edu.pe)
- \*\* Licenciado en Biología, Universidad de Córdoba, España.  
Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad de Córdoba. España.  
 <https://orcid.org/0000-0003-2851-7047>  
 [https://scholar.google.es/citations?view\\_op=list\\_works&hl=es&user=sqUbfRQAAAAJ](https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&user=sqUbfRQAAAAJ)  
 [crllagoa@uco.es](mailto:crllagoa@uco.es)
- \*\*\* Licenciada en Biología, Universidad de Córdoba, España.  
Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad de Córdoba. España.  
 <https://orcid.org/0000-0002-6849-1219>  
 <https://scholar.google.es/citations?user=e7ySYJIAAAAJ&hl=es>  
 [bvlgasoc@uco.es](mailto:bvlgasoc@uco.es)
- \*\*\*\* Ingeniero de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España.  
Doctor en Ingeniería de Montes, Universidad de Córdoba. España.  
 <https://orcid.org/0000-0003-2670-9002>  
 [iglzadir@uco.es](mailto:iglzadir@uco.es)

## INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) señala que las ciudades y las áreas metropolitanas de los países en desarrollo están creciendo a una escala sin precedentes (ONU-Habitat, 2022). El exceso en la densidad de población, debido al éxodo rural hacia lo urbano, el deterioro del medio ambiente —destacando la contaminación ambiental—, la deficiente planificación urbanística, la congestión vehicular, la delincuencia y la baja calidad de vida, constituyen, en conjunto, una patología urbana que debe prevenirse o afrontar para conseguir ciudades más saludables (Baldó, 2014).

Estos problemas son aún más marcados en Latinoamérica, tomando en cuenta que sus comunidades se han vuelto fuertemente más urbanas en las últimas décadas, especialmente en Suramérica (Diez Roux et al., 2019; Duque et al., 2019; García-Ayllón, 2016). Todo ello hace más urgente la búsqueda de soluciones prácticas y asequibles para dichos problemas ambientales (Flores et al., 2022; Hardoy et al., 2013).

Factores derivados de una deficiente planificación, como el sellado de suelos o la fragmentación de áreas verdes, ha llevado a una excesiva artificialización de las ciudades, generando problemas como el incremento de la contaminación del aire, la pérdida de suelos fértiles, el desarrollo de islas de calor, el crecimiento imparable del tráfico rodado y la creciente segregación socio-espacial de sus habitantes (Gill et al., 2007; Romero, 2009). Lo anterior conduce a un aumento de espacios residuales en la ciudad, es decir, fragmentos pequeños sin usos que comienzan a quedar aislados y que suelen ser focos de contaminación.

Estas transformaciones suponen importantes consecuencias ecológicas para los hábitats urbanos. El resultado son ciudades deficientes en áreas, muchas veces, con significativo valor ecológico (Ikin et al., 2015; Vásquez et al., 2016).

El aislamiento entre grandes espacios libres y áreas urbanas imposibilita la planificación de una red que permita no solo mayor confort e incentivo para peatones y ciclistas, sino también la presencia de mayor biodiversidad en la ciudad (Ángel et al., 2012; Jirón & Mansilla, 2014; Penteado & Álvarez, 2007).

Una solución para la desconexión señalada y para sus múltiples efectos encadenados son los corredores verdes. Dichos corredores corresponden a porciones de tierra que contienen elementos como vías generalmente no abiertas a vehículos de motor y equipadas con cobertura vegetal, que son planeados, diseñados y gestionados para mejorar la movilidad urbana, conectando áreas confortables para los ciudadanos (Blinge, 2014; Peng et al., 2017).

En este sentido, los corredores verdes generan un subsistema vial que aporta beneficios rela-

cionados con características funcionales, ecológicas, paisajísticas y/o de configuración urbana, recreativos, culturales, estéticos y otros. Tales beneficios se enmarcan en el concepto de sostenibilidad urbana, es decir, buscan la consecución de sistemas urbano-ecológicos resilientes ante el cambio climático, potenciando la integración eficiente de los componentes de movilidad urbana (Clausen et al., 2012; Moré & Giret, 2013). Las ciclovías son un elemento urbano relevante en los corredores verdes urbanos, ya que unidas a los espacios verdes de las ciudades aportan sostenibilidad, fomentan la movilidad limpia, mejoran la calidad del aire y la calidad de vida urbana general (Bakogiannis et al., 2016; Hong & Mcarthur, 2020; Mell, 2018; Wang, 2013).

Pese al claro aporte de los corredores verdes urbanos en la mejora de la calidad de vida en las ciudades y al cumplimiento de requerimientos mundiales de sostenibilidad urbana, aún no se ha generado una estructura metodológica para el diseño y planificación de sistemas de corredores verdes, a pesar de que existe la identificación de elementos clave como áreas verdes, ciclovías y vías estructurantes de calidad (Vásquez et al., 2016).

Esto hace necesario vincular cuerpos teórico-conceptuales, como el de los servicios ecosistémicos, a la planificación de infraestructura verde, que permiten atribuir a los primeros una aplicación en la planificación urbana (Hansen & Pauleit, 2014).

Los corredores verdes funcionan como elementos de enlace que ayudan a promover formas de transporte ambientalmente sostenibles (por ejemplo, caminar y andar en bicicleta) y también pueden ser parte importante de una red ecológica, por ejemplo, para la dispersión de vida silvestre (Žlender & Ward, 2017), y son importantes también en su rol como conectores sociales y ecológicos dentro de la ciudad (Kim, 2011).

En este sentido, dado que las funciones ambientales de los parques urbanos se plantean hoy como una cuestión básica, como un objetivo de la gestión urbana (Vélez Restrepo, 2007), es importante trabajar en mejorar el diseño y conectividad de las áreas verdes urbanas, las cuales proporcionan espacios dentro del entorno construido donde pueden desarrollarse procesos ambientales (Vásquez et al., 2016; Whitford et al., 2001), que mejoren la sostenibilidad urbana y, por ende, la calidad de vida de la sociedad en su conjunto.

Desde este punto de vista, el crecimiento urbano eficiente y una movilidad urbana planificada asoman como estrategias prioritarias en el desarrollo de las ciudades, los cuales apuntan directamente a mejorar conexiones entre trabajo y vivienda, lo que se traduce en una mejora en la calidad de vida de los habitantes (Vaccaro, 2011).

En el marco de lo señalado, Europa comenzó a trabajar, mediante el Plan Horizonte 2020, en la integración de la biodiversidad a las políticas sectoriales, con el fin de evitar la fragmentación de hábitats y facilitar la conectividad ecológica territorial (Gurrutxaga, 2011). Una de sus primeras medidas fue generar una planificación territorial basada en infraestructura verde, con el propósito de mantener los procesos ecológicos, y contribuir a la salud y la calidad de vida de la comunidad que habita un territorio (Canto López, 2014).

En este camino se enfila la acción del proyecto europeo Super Green, el cual está coordinando y apoyando el desarrollo de redes de transporte sostenibles mediante el cumplimiento de requisitos que cubren aspectos ambientales, técnicos, económicos, sociales y de planificación espacial ligados a áreas verdes interconectadas que se asocian al cumplimiento de todo lo señalado (Psaraftis & Panagakos, 2012).

Por otra parte, en Asia existen ciudades como Beijing y Shanghái que adoptaron la construcción de corredores urbanos como un tema clave en su planificación y gestión urbana, lo que dio como resultado varios corredores verdes asociados a vías de transporte para carreteras y ferrocarriles, y sistemas ecológicos ribereños que forman un sistema de corredores en múltiples escalas (Peng et al., 2017).

La valoración, por la ciudadanía, de los corredores verdes y de los servicios que ofrecen se ha podido demostrar ya en casos como los de Liubliana (Eslovenia) y Edimburgo (Escocia), donde la población valora formas de diseño de espacios verdes, como las cuñas verdes, alamedas extensas y anillos verdes (Žlender & Ward, 2017).

En Latinoamérica, particularmente en Chile, existen ciudades que comenzaron a tomar en valor los servicios ecosistémicos de las áreas verdes, por ejemplo, el Plan Verde de Santiago (Gámez, 2005). Pero pese a ello, aún no cuentan con una planificación y gestión formal de mejoramiento que considere parámetros de diseño de espacios abiertos y espacios verdes. Una primera aproximación al uso y planificación de corredores verdes urbanos es el corredor ribereño del río Mapocho, en Santiago, el cual generó una evaluación de potencialidades de redes de infraestructura verde, valorado como herramienta de mejoramiento funcional de la conectividad sostenible local y como mitigador de los efectos del cambio climático (Vásquez, 2016; Vásquez et al., 2016). El objetivo estaba, principalmente, centrado en asociar espacios públicos a áreas naturales ribereñas, situación

que no incluyó la unión de estos elementos naturales remanentes con espacios verdes y otros espacios públicos creados en el interior y en otros extremos de la ciudad.

En los últimos años se cuenta con algunas publicaciones que referencian principalmente el trabajo de generación de infraestructura verde más que el diseño propiamente de corredores verdes urbanos (Segovia Aranibar et al., 2020; Vásquez et al., 2016) y algunas aproximaciones a información relevante para su diseño (Moreno et al., 2020).

En este marco, la presente investigación plantea el desarrollo de una metodología de determinación del potencial de espacios públicos para el diseño de un corredor verde urbano, aplicado en la comuna de Temuco, ciudad intermedia del sur de Chile

En esta línea, el objetivo del presente trabajo es diseñar y evaluar una red de corredores verdes, analizando el componente vegetal, fundamentalmente arbóreo, y el estado de las ciclovías y calles. Para el desarrollo de la propuesta, se seleccionaron variables vegetacionales y de infraestructura de movilidad vial, pública y de uso preferencial para peatón y/o ciclista que son la base del concepto de corredor verde urbano (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020; Moreno et al., 2020; Peng et al., 2017) y que, en conjunto, hacen posible definir un diseño de corredores verdes urbanos para una ciudad sostenible

Temuco presenta problemas ambientales de contaminación y congestión vehicular (Cansino et al., 2019; Eltit, 2011), problemas que se contraponen a un contexto natural único con parques naturales que son parte de “puntos de atención destacada” o “puntos calientes” (*hotspot*) de biodiversidad mundial (Arroyo et al., 2006; Myers et al., 2000), situación que no ha sido aprovechada, sino que, al contrario, ha ido generando fragmentación por el dominio de los espacios construidos.

Esta situación, que se repite en otras ciudades de Latinoamérica, tanto grandes como intermedias, evidencia la necesidad de generar información que contribuya a una óptima planificación urbana integrando distintos elementos urbanos en la búsqueda de un desarrollo sostenible, que generen una mejor calidad de vida a través de los servicios ecosistémicos de los corredores verdes. Dicha planificación potenciará otras áreas de desarrollo, como la asociada al turismo local, que incremente el tiempo del visitante en la ciudad.

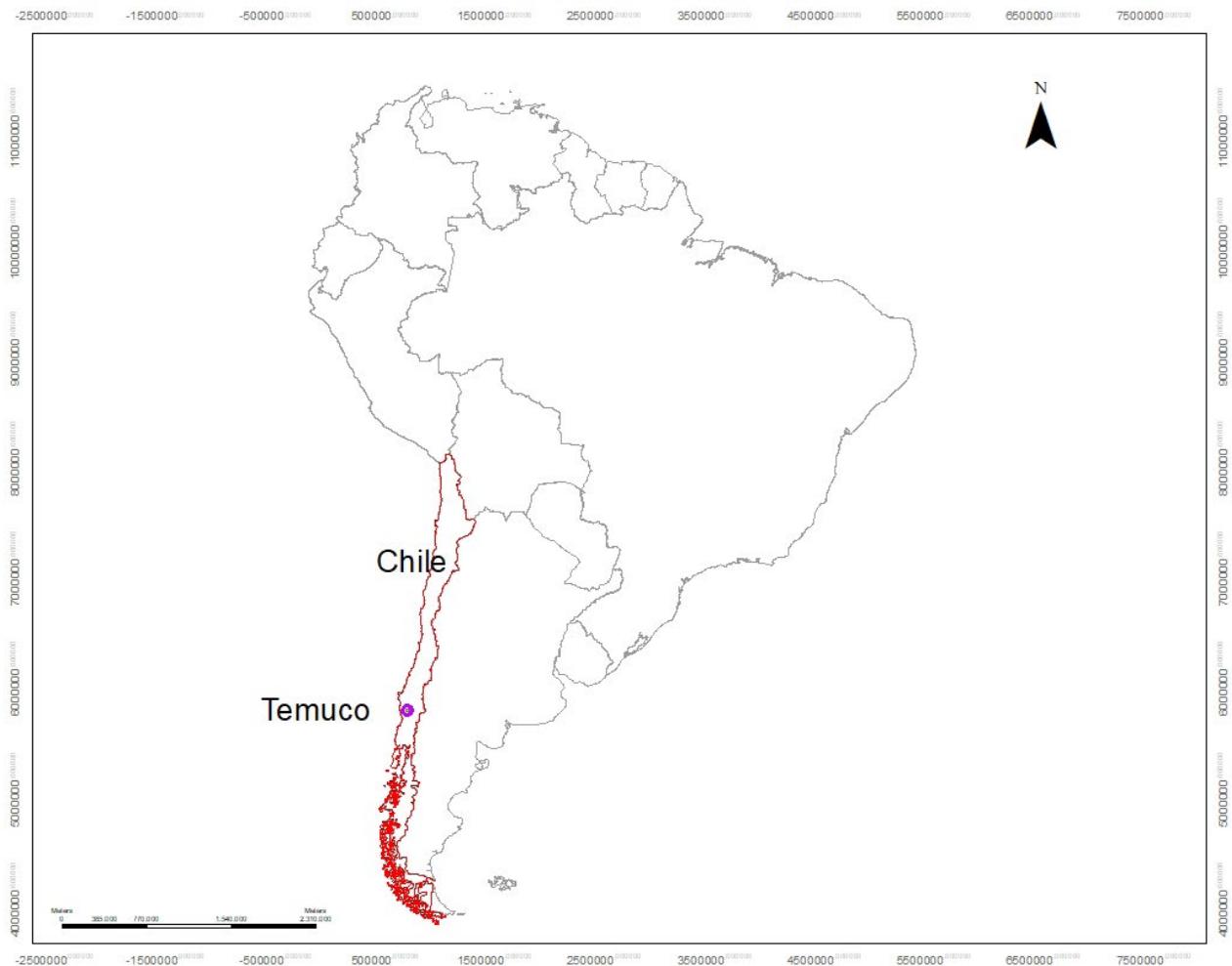
## METODOLOGÍA

### Área de estudio

Se trabajó en la comuna de Temuco ubicada en la región de La Araucanía, Chile (figura 1). La misma posee una superficie de 464 km<sup>2</sup>, con una

población de aproximadamente 306.000 habitantes, de los cuales el 95 % están concentrados en el ámbito urbano y solo el 5 % dispersos en el rural (Municipalidad de Temuco, 2010).

**Figura 1.** Mapa de ubicación Temuco



**Fuente:** elaboración propia (2023).

### Diagnóstico de zonas potenciales de conectividad

La metodología se desarrolló sobre la base de una primera fase de revisión bibliográfica para identificar, sistematizar y resumir conceptos y criterios vinculados con el desarrollo de corredores verdes. A partir de ello, se generó la siguiente propuesta de procesos para el diseño de un corredor verde, aplicado como caso de estudio en la comuna de Temuco, Chile.

Como superficie núcleo se definieron áreas verdes de 2 ha posibles de conectar a través de pequeñas áreas verdes ubicadas entre ellas, tomando en cuenta lo señalado por algunos autores, en relación con que las personas no deben vivir a una distancia superior a 300 m de un área verde, de al menos 2 ha de superficie (Pauleit et al., 2003; Handley et al., 2003). Se

establecieron así las 2 ha como una superficie mínima para una buena calidad de vida.

Entendiendo que la distancia establecida por los autores antes mencionados entre áreas núcleo (300 m) es compleja en un escenario de constante crecimiento urbano, la presente propuesta consideró la distancia señalada por Rueda (2011) de 2 km entre áreas verdes mayores a 2 ha, conectadas en función de elementos de movilidad vial y áreas verdes. Estas áreas de conexión tendrán una distancia de 300 m como máximo.

Finalmente, se establecieron como requisitos de selección de estas áreas —para poder constituir núcleos, entendidos como áreas centrales por conectar, de un futuro corredor verde urbano— que sean funcionales, habitables y públicas, ya que solo de esta forma es posible

gestionar y cumplir con los beneficios de un corredor verde señalados con anterioridad.

## Selección de componentes del corredor verde

### Análisis de calidad de áreas verdes

Si bien la vegetación de un área verde está constituida por árboles, arbustos, matas y estrato herbáceo, con diversos grados de cobertura, para los objetivos de este trabajo se han considerado variables relacionadas con el árbol, por ser el componente más significativo en lo que respecta a los servicios ecosistémicos asociados a los corredores verdes urbanos.

En relación con el análisis y calidad de áreas verdes, una vez identificadas las zonas viables para conectar en función de los criterios expresados anteriormente —diagnóstico de zonas potenciales de conectividad—, se delimitaron dichas zonas mediante la cartografía municipal y documentos de planificación urbana. La

información complementaria no existente en estas fuentes fue generada a través de base de datos comunales.

De estas áreas posibles de conectar, se seleccionaron de forma aleatoria el 10 % de los polígonos identificados en el proceso anterior para su muestreo en terreno, a través de transectos de 100 m de longitud y de 4 m de ancho. Se realizaron 47 transectos, de donde se extrajo la siguiente información:

- Número de árboles.
- Especies.
- Altura de copa y altura total.
- Calidad del arbolado, a través de sanidad y forma (tablas 1 y 2).

Para la evaluación de la sanidad y forma de cada árbol se utilizaron métodos aplicados en estudios forestales (Müller-Using et al., 2021; Schlegel et al., 2000). A este respecto se utilizó la siguiente codificación (tablas 1 y 2).

**Tabla 1.** Sanidad y forma de los árboles

Valor	Sanidad	Forma
1	Sin ningún signo de etiolación Sin daño por insectos visible Sin daño en el fuste visible	Sin encorvado o enroscamiento
2	Con etiolación menor al 20 % de copa Con daños por insectos menor al 10 % de la copa Con daño menor al 20 % del fuste	Con encorvado o enroscamiento en una sección del fuste
3	Etiolación superior al 10 % de copa Con daño sobre el 20 % del fuste	Encorvado o enroscamiento en más de una sección del fuste

**Fuente:** elaboración propia (2020).

**Tabla 2.** Calidad según sanidad y forma

SANIDAD			FORMA	
1	2	3		
C1	C1	C3		1
C2	C2	C3		2
C3	C3	C3	3	

Nota: C1= Calidad 1. C2= Calidad 2. C3= Calidad 3

**Fuente:** elaboración propia (2020).

En la tabla 2, C1 representa la mejor conservación del área verde en estudio; C2 posee un porcentaje bajo de daño en sanidad y/o forma, y C3 denota una condición del área verde negativa.

### Análisis de calidad de ciclovías y calles

Respecto al análisis y calidad de ciclovías, se realizaron visitas a las ciclovías que formaban parte de los tramos seleccionados factibles de ser incluidos en la propuesta de corredor verde (figura 4). En dichas visitas se pudo confirmar la

información recopilada en documentos, para luego realizar un levantamiento de las características físicas y el estado de estas.

Para la evaluación de la calidad de ciclovías se desarrolló una metodología de tres pasos, basada en criterios definidos en el manual de diseños de ciclovías del MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile), en la cual se obtuvo la información que se registra en la tabla 3, en la que se establece por cada ítem un puntaje máximo de 3 y de 24 puntos para el total.

**Tabla 3.** Ficha modelo de evaluación de ciclovías y calles

Elemento	Valoración de ciclovías y calles				
Tipología vía peatonal	Paseo	Vereda, paseo	Calle peatonal	Mala calidad peatonal	Puntos
	3	2	1	0	0-3
Ciclovía conexas	Se vincula con vías importantes	Se vincula con otras ciclovías	Unido a destino de alto flujo	No cumple ninguna anterior	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Ciclovía directa	Menos de dos detenciones	Tres detenciones	Cuatro detenciones	Más de cuatro detenciones	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Ciclovía atractiva	Relación áreas de recreación	Seguridad (luminaria)	Posee áreas retazos verdes	No posee características atractivas	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Dimensión ciclovía	Ancho mayor 2,4 metros	Ancho entre 2,4 y 2,0 metros	Ancho menor a 2,0 metros	Tramo de dimensiones irregulares	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Nivel de intersección	A nivel calzada	A nivel vereda	Niveles irregulares	Intersección en mal estado	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Demarcación esquinas	Demarcación azul	Demarcación líneas blancas	Luminosas	Sin demarcación	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
Mobiliario urbano	Posee buena condición	Posee regular condición	Posee mala condición	No posee	Puntaje
	3	2	1	0	0-3
	Total puntos				0-24

Fuente: elaboración propia (2020).

Esta clasificación permite una visualización clara del nivel de cumplimiento de los ítems establecidos por el manual del MINVU de cada

una de las vías evaluadas, seleccionando para nuestra propuesta las vías de calidad media y alta (tabla 4).

**Tabla 4.** Calidad de ciclovías y calles

Calidad baja	Calidad media	Calidad alta
Porcentaje de cumplimiento igual o menor a 50 % (≤12 puntos)	Porcentaje de cumplimiento desde 50 % hasta 75 % (>12 a 18 puntos)	Porcentaje de cumplimiento sobre 75 % (≥18 puntos)

Fuente: elaboración propia (2020).

## RESULTADOS

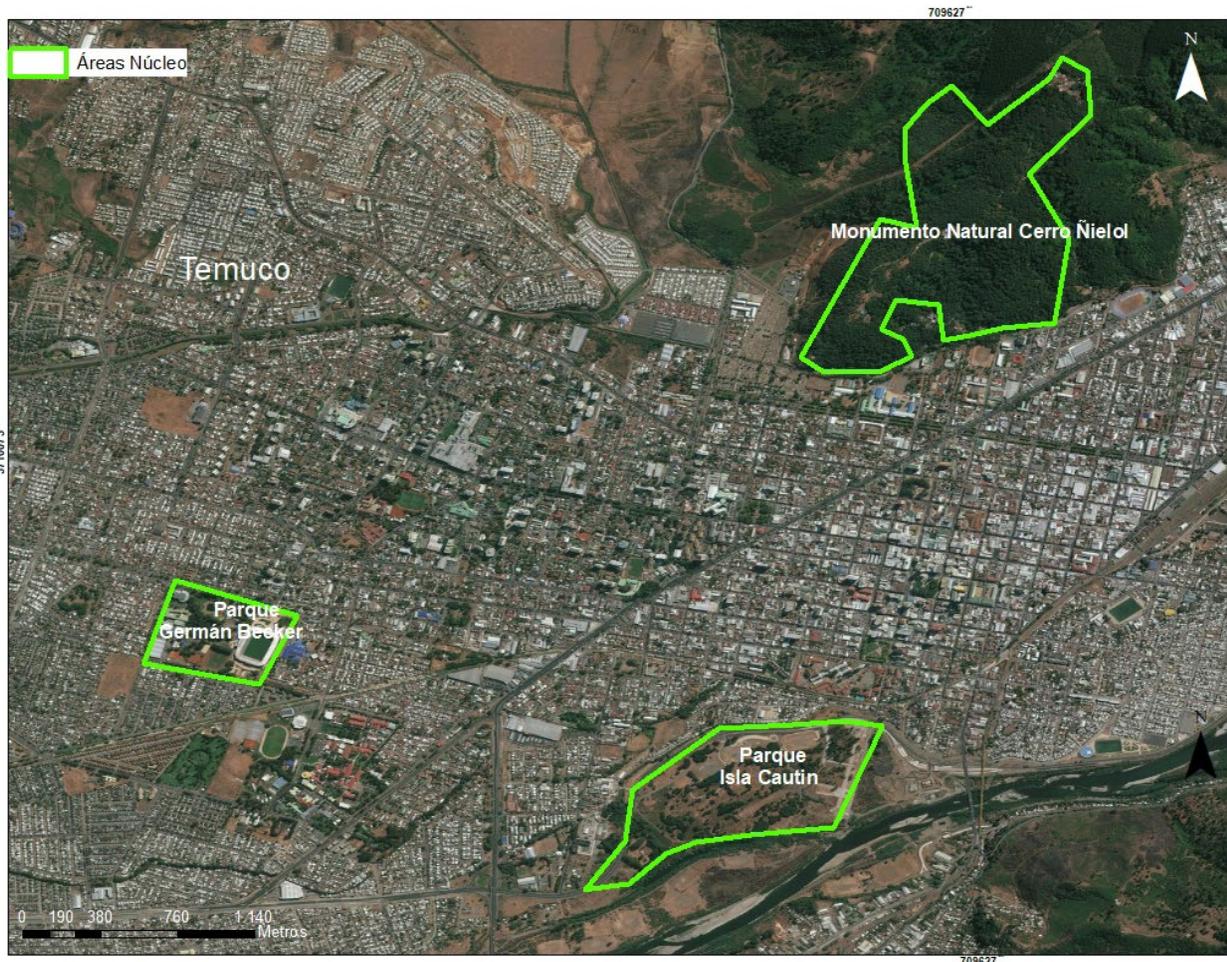
### Áreas núcleo seleccionadas

El primer paso de la propuesta fue identificar entre las áreas verdes urbanas, las zonas núcleos que serían ejes de conectividad. En el inicio se determinaron, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), 23 áreas superiores a 2 ha, las cuales fueron reclasificadas después de una visita en terreno, en la que se determinó cuáles cumplían las características

establecidas para ser un área núcleo; es decir, ser funcional, habitable y pública, tal como se explicó en el apartado de Metodología.

De esta forma, se seleccionaron tres áreas núcleo de mayor relevancia, ubicadas en el sector centro, debido principalmente a sus características de conectividad y superficie; estas corresponden al Monumento Natural Cerro Ñielol, Parque Isla Cautín y Parque Estadio German Becker (figura 2).

Figura 2. Áreas verdes núcleo



Fuente: elaboración propia (2023).

### Áreas verdes conectoras seleccionadas

A las áreas núcleo se suman las áreas verdes que por su superficie cumplen con la posibilidad de formar parte del corredor verde (figura 3). Es posible visualizar una alta disponibilidad de áreas verdes conectoras en Temuco, la mayoría de las cuales presentan una calidad de regular a alta y que se distribuyen por toda la ciudad.

Para la selección entre estas áreas se procedió a evaluar su calidad. En este sentido, fue posible apreciar que la mayoría de los árboles de dichas áreas verdes presentan una buena calidad (tabla 5), no se encontraron ejemplares con un estado altamente crítico (calidad 3), lo que indica un buen cuidado y selección de los individuos plantados en dichas áreas, así como una buena conservación de los ecosistemas nativos del Monumento Natural Cerro Ñielol.

**Figura 3.** Áreas verdes conectables



**Fuente:** elaboración propia (2023).

**Tabla 5.** Resumen de calidad de Áreas Verdes Núcleo y Áreas Verdes Conectoras (en porcentaje de superficie)

Nombre área verde	% calidad 1	% calidad 2	% calidad 3
Áreas núcleo	88,3	11,7	0
Áreas verdes conectoras	82,9	15	2,1

**Fuente:** elaboración propia (2023).

Respecto al origen de las especies (tabla 6) se puede señalar que, en el caso del Parque Isla Cautín, la totalidad de las especies detectadas son exóticas, destacando la presencia

de álamo musolino (*Populus deltoides*), aramo (*Acacia dealbata*), aramo australiano (*Acacia melanoxylon*) y fresno (*Fraxinus excelsior*).

**Tabla 6.** Origen de las especies arbóreas de las áreas verdes núcleo

Nombre área verde	% especies nativas	% especies exóticas
Áreas núcleo	33,3	66,7
Áreas verdes conectoras	22,3	77,7

**Fuente:** elaboración propia (2023).

El Parque Estadio Germán Becker es el lugar que reúne vegetación de origen exótico y nativo, siendo en este aspecto un elemento urbanístico que representa la evolución del paisaje local, el cuidado de las especies originarias y la combinación con especies foráneas.

Finalmente, el Monumento Natural Cerro Ñielol, como relicto de naturaleza, sus principales especies son nativas, lo que viene a equilibrar la falta de especies nativas en las otras áreas núcleo. En este destacan: roble (*Nothofagus obliqua*), boldo (*Peumus boldus*) y olivillo (*Aextoxicum punctatum*). Aunque es un área silvestre protegida, el parque natural cuenta con espacios recuperados con la inclusión de especies exóticas, además de

la natural integración de especies no nativas debido a la proximidad a zonas urbanas y de plantaciones exóticas aledañas.

### Evaluación y selección de ciclovías

En función de la identificación de ciclovías y vías peatonales cercanas a las áreas núcleo se determinaron las vías conectables disponibles (figura 4).

Posteriormente, siguiendo la metodología propuesta, se evaluaron las diferentes calles y ciclovías conectables, en función de la potencialidad de ser parte del corredor verde. Esta evaluación permitió generar una selección de estas infraestructuras viales prioritizables para el corredor verde (tabla 7).

**Figura 4.** Vías conectables



Fuente: elaboración propia (2023).

**Tabla 7.** Resultados de calidad vial en Temuco de las vías incluidas en la propuesta de corredor verde

Calidad baja	Calidad media	Calidad alta
Av. Recabarren	Av. San Martín	Av. Gabriela Mistral
Av. Francisco Salazar	Av. Javiera Carrera	Av. Balmaceda
Av. Luis Durand	Calle Cruz	Calle Arturo Prat
Av. Rudecindo Ortega	Calle Zenteno	Av. Simón Bolívar

Continua »

Calidad baja	Calidad media	Calidad alta
	Av. Las Encinas	Av. Pablo Neruda
	Av. Pablo Neruda	Calle Hochstetter
	Av. Inés de Suárez	Av. Los Poetas

Fuente: elaboración propia (2020).

Este análisis permitió seleccionar las ciclovías que tenían una calidad media o alta como rutas que podían formar parte del corredor verde. Cabe señalar que la alta calidad de las ciclovías expresa una gran intención de fomentar la movilidad limpia del peatón y el ciclista, asociando estas rutas con áreas verdes, espacios de recreación y mobiliario urbano.

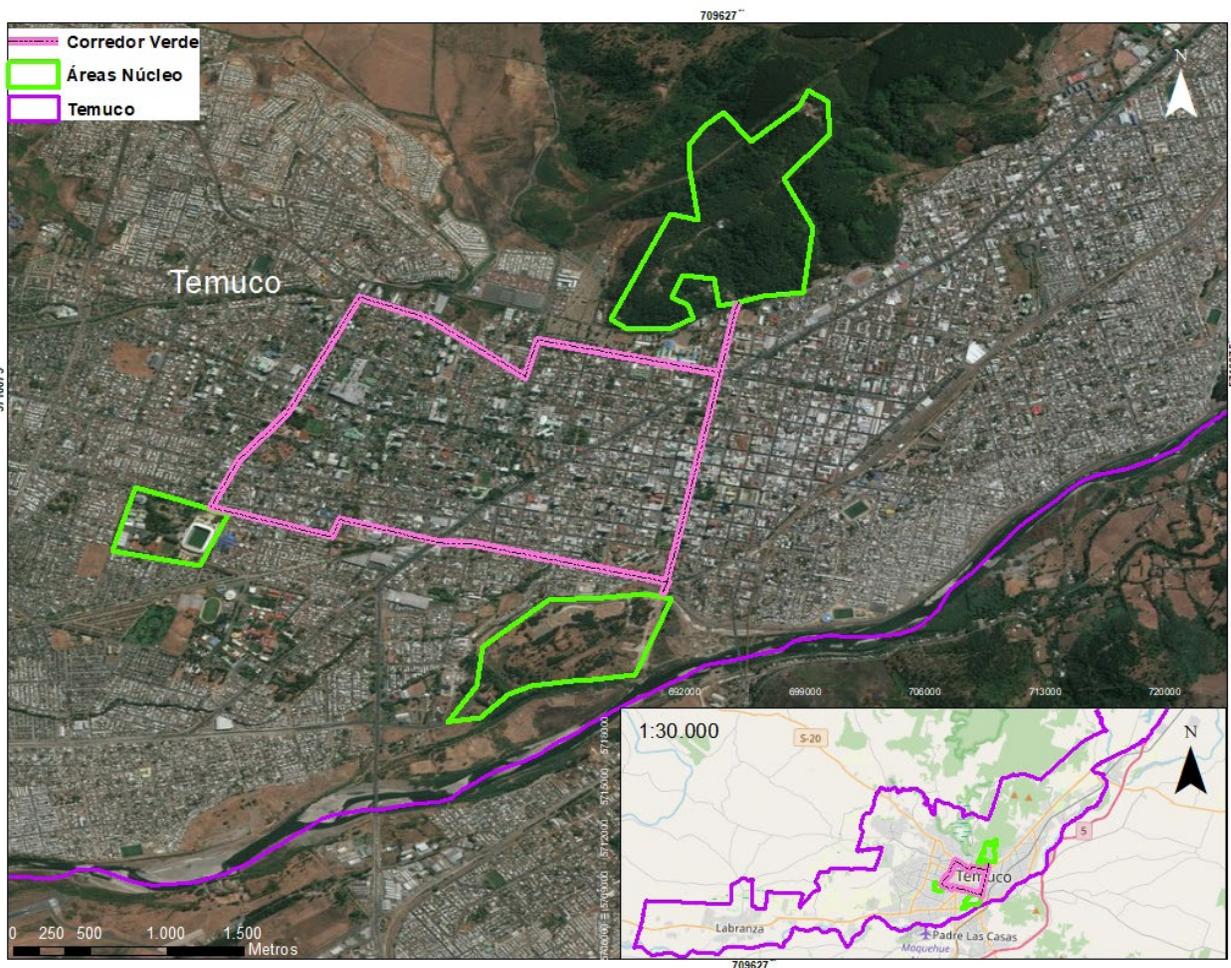
En función de toda la información recopilada y los elementos urbanísticos seleccionados, se procedió a realizar el cruce de los datos, buscando que cumplieran los criterios establecidos, dando como resultado la propuesta

de corredor verde que se puede visualizar en color morado en la figura 5.

Como se puede ver en la figura 5, la propuesta de Corredor Verde Urbano para Temuco forma un circuito cerrado de elementos de movilidad conectables entre calles, ciclovías y espacios verdes públicos, que une las tres áreas verdes núcleo, conformando una extensión total de 8,16 km.

Cabe destacar que el trazado puede modificarse en función de nuevas áreas verdes, ciclovías o vías peatonales que se vayan generando.

Figura 5. Propuesta de Corredor Verde Urbano de Temuco



Fuente: elaboración propia (2020).

## DISCUSIÓN

La propuesta metodológica presentada se aleja de la aplicación neta de elementos a escala de paisajes (sin datos de estructura) y proyectos viales de mayor escala para definir los corredores (İnançoğlu et al., 2020; Psaraftis & Panagakos, 2012; Vásquez, 2016). En este caso, se aplicaron criterios más específicos de evaluación y selección de los elementos urbanos de fácil identificación, y se propusieron métodos de evaluación prácticos que pueden ser replicados en otras zonas.

En este sentido, en la tarea de seleccionar los elementos urbanos, la aplicación de los parámetros de sanidad y forma como base para la calidad del arbolado urbano, permitió diferenciar y priorizar áreas verdes urbanas (Moreno et al., 2020).

En lo referente a ciclovías y calles, se propone un método aplicado a nivel local por el MINVU, más asociado al diseño propio de la vía, con variables como su dimensión y conectividad

entre ellas, que presenta similitudes con algunos criterios aplicados por Lin y Wei (2018). A estos criterios se les pueden agregar otros, según la cantidad de información disponible, como la calidad del pavimento, el tipo y cantidad de servicios conectados, la intensidad de tráfico por las vías, la seguridad de las vías peatonales y su iluminación (Huang et al., 2021; McNeil, 2011; Tolegen et al., 2023).

Tal como se señaló, los corredores verdes, además de potenciar e incentivar una conexión para movilidad activa y reducir la fragmentación de espacios verdes, prestan servicios ecosistémicos como la reducción de las islas de calor y la contaminación. La metodología aquí propuesta permite la integración de otros criterios que potencien estos u otros servicios ecosistémicos, criterios como cercanía a cursos de agua (İnançoğlu et al., 2020; Jiang et al., 2021), protección del recurso hídrico urbano y reducción de temperatura en la ciudad.

## CONCLUSIONES

Los criterios de evaluación de las áreas verdes, ciclovías y calles peatonales mostraron ser aplicables de acuerdo con la información existente en registros locales, con un levantamiento rápido y no excesivamente complejo de información actualizada en campo, lo que permite que esta metodología sea una herramienta de uso práctico y aplicación operativa para los gestores locales.

Temuco muestra tener un gran potencial para el diseño y aplicación de corredores verdes. Cuenta con una alta superficie de áreas verdes y extensión de ciclovías y calles peatonales, con una buena calidad de áreas verdes y de regular a buena respecto al conjunto de ciclovías y calles peatonales.

Plantear estudios como el aquí expuesto no solo ayuda a mejorar la provisión de servicios ecosistémicos urbanos, sino también a que el uso en las áreas verdes de especies vegetales nativas ayude a consolidar la identidad local al asociarse a paisajes naturales con especies de alto valor ecológico.

La propuesta de una metodología base para el diseño de corredores verdes urbanos no solo aporta una sistematización y aplicación de criterios de evaluación de elementos urbanos de corredores verdes, sino que también es un inicio para la integración de otros criterios vinculados a elementos o características que cada ciudad pretenda potenciar con sus corredores urbanos, como puede ser la conectividad de servicios y/o comercios, el incremento de servicios ecosistémicos y la potenciación del turismo según movilidad activa.

El trazado del corredor verde de Temuco supone una vinculación de diferentes puntos y zonas a través de un circuito de movilidad activa, el cual puede potenciar el comercio, el turismo, la cultura y otras áreas del desarrollo de la comuna.

Se puede afirmar que los corredores verdes son una solución basada en la naturaleza de aplicación en las ciudades, aprovechando su multiplicidad de servicios y beneficios a la comunidad, que se proyecta como un instrumento de planificación potente en la tarea de generar ciudades sostenibles.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva del trabajo de investigación llevado a cabo por investigadores de la Universidad Científica de Sur (UCS), Perú y la Universidad de Córdoba (UCO), España, entre los grupos de investigación Ciudad y

Arquitectura Sostenible de la UCS y los grupos RNM 130, RNM 227, RNM 322 y RNM130 de la UCO. Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Roberto Moreno: concepción del estudio, diseño experimental,

recolección y análisis de datos e interpretación de los resultados; Ángel Lora- González: análisis de datos e interpretación de los resultados; Carmen Galán: análisis de datos e interpretación de los resultados; Ricardo Zamora: concepción del estudio, análisis de datos e interpretación de los resultados. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

## REFERENCIAS

- Ángel, S., Parent, J., & Civco, D. L. (2012). The fragmentation of urban landscapes: Global evidence of a key attribute of the spatial structure of cities, 1990-2000. *Environment and Urbanization*, 24(1), 249-283. <https://doi.org/10.1177/0956247811433536>
- Arroyo, M. T., Marquet, P. A., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L. A., Squeo, F. A., Rozzi, R., & Massardo, F. (2006). El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. Diversidad de ecosistemas, ecosistemas terrestres. En *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos* (pp. 90-93). Ocho Libro Editores. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120068>
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2020). *Plan de movilidad sostenible y espacio público de Vitoria-Gasteiz (2021-2025)*. <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/45/92/94592.pdf>
- Bakogiannis, E., Vassi, A., Siti, M., & Christodouloupoulou, G. (2016). Developing a sustainable mobility plan in piraeus with special emphasis on cycling. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4, 61-74. <https://doi.org/10.17265/2328-2142/2016.02.001>
- Baldó, J. (2014). Ciudades saludables / ciudades enfermas [ Healthy cities / sick cities]. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 193-201.
- Blinge, M. (2014). Policy measures to realise green corridors - A stakeholder perspective. *Research in Transportation Business and Management*, 12, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.06.007>
- Cansino, J. M., Moreno, R., Quintana, D., & Román-Collado, R. (2019). Health and heating in the city of Temuco (Chile). Monetary savings of replacing biomass with PV system in the residential sector. *Sustainability*, 11(19), 5205. <https://doi.org/10.3390/su11195205>
- Canto López, M. T. (2014). La ordenación de la infraestructura verde en el sudeste Ibérico (Comunidad Valenciana, España). *Cuadernos de Biodiversidad*, 45, 10-22. [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40005/1/CuadBio\\_45\\_03.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40005/1/CuadBio_45_03.pdf)
- Clausen, U., Geiger, C., & Behmer, C. (2012). Green corridors by means of ICT applications. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 1877-1886. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1162>
- Diez Roux, A. V., Slesinski, S. C., Alzaraqui, M., Caiaffa, W. T., Frenz, P., Jordán Fuchs, R., Miranda, J. J., Rodríguez, D. A., Dueñas, O. L. S., Siri, J., & Vergara, A. V. (2019). A novel international partnership for actionable evidence on urban health in Latin America: LAC-Urban Health and Salurbal. *Global Challenges*, 3(4), 1800013. <https://doi.org/10.1002/gch2.201800013>
- Duque, J. C., Lozano-Gracia, N., Patiño, J. E., Restrepo, P., & Velásquez, W. A. (2019). Spatiotemporal dynamics of urban growth in Latin American cities: An analysis using nighttime light imagery Juan. *Landscape and Urban Planning*, 191(April), 103640. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103640>
- Eltit, V. (2011). Transporte urbano no motorizado: El potencial de la bicicleta en la ciudad de Temuco. *Revista INVI*, 26(72), 153-184. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582011000200006>
- Flores, S., Van Mechelen, C., Vallejo, J. P., & Van Meerbeek, K. (2022). Trends and status of urban green and urban green research in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, 227, 104536. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104536>
- Gámez, V. (2005). Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano. *Diseño Urbano y Paisaje*, 2(6), 1-22.
- García-Ayllón, S. (2016). Rapid development as a factor of imbalance in urban growth of cities in Latin America: a perspective based on territorial indicators. *Habitat International*, 58, 127-142. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.10.005>

- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Gurrutxaga, M. (2011). La gestión de la conectividad ecológica del territorio en España: iniciativas y retos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 56, 225-244.
- Handley, J., Pauleit, S., Slinn, P., Barber, A., Baker, M., Jones, C., & Lindley, S. (2003). Accessible natural green space. Standards in towns and cities: a review and toolkit for their implementation. *English Nature Research Reports*, 526, 98. <https://publications.naturalengland.org.uk/publication/65021>
- Hardoy, J. E., Mitlin, D., & Satterthwaite, D. (2013). Environmental problems in an urbanizing world: Finding solutions in cities in Africa, Asia and Latin America. En *Substance abuse issues among families in diverse populations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315071732>
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas. *Ambio*, 43(4), 516-529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- Hong, J., & Mcarthur, D. (2020). Did safe cycling infrastructure still matter during a COVID-19 lockdown? *Sustainability*, 12(20), 8672. <https://doi.org/10.3390/su12208672>
- Huang, J., Fournier, N., & Skabardonis, A. (2021). Bicycle level of service: proposed updated pavement quality index. *Transportation Research Record*, 2675(11), 1346-1356. <https://doi.org/10.1177/03611981211026661>
- Ikin, K., Le Roux, D. S., Rayner, L., Villaseñor, N. R., Eyles, K., Gibbons, P., Manning, A. D., & Lindenmayer, D. B. (2015). Key lessons for achieving biodiversity-sensitive cities and towns. *Ecological Management and Restoration*, 16(3), 206-214. <https://doi.org/10.1111/emr.12180>
- İnançoğlu, S., Özden, Ö., & Kara, C. (2020). Green Corridors in urban landscapes, case study Nicosia Pedieos River. *European Journal of Sustainable Development*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n1p1>
- Jiang, Y., Huang, J., Shi, T., & Li, X. (2021). Cooling island effect of blue-green corridors: Quantitative comparison of morphological impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 1917. <https://doi.org/10.3390/ijerph18221917>
- Jirón, P., & Mansilla, P. (2014). Las consecuencias del urbanismo fragmentador en la vida cotidiana de habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. *Eure*, 40(121), 79-97. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612014000300001>
- Kim, K. (2011). *A comparative institutional analysis of management in urban riparian greenways: the American River Parkway (Sacramento, California) and the Willamette River Greenway (Portland, Oregon)*. The California State University, Scholarwork. <https://scholarworks.calstate.edu/concern/theses/fb494b74b>
- Lin, J. J., & Wei, Y. H. (2018). Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113(1), 381-396. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.022>
- McNeil, N. (2011). Bikeability and the 20-min neighborhood: How infrastructure and destinations influence bicycle accessibility. *Transportation Research Record*, 2247. <https://doi.org/10.3141/2247-07>
- Mell, I. (2018). Financing the future of green infrastructure planning: alternatives and opportunities in the UK. *Landscape Research*, 43(6), 751-768. <https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1390079>
- Moré, R., & Giret, M. (2013). Movilidad sostenible en Bogotá D.C. Caso metro Bogotá. *Revista de Tecnología*, 12(2), 52-99. <https://doi.org/10.18270/rt.v12i2.769>
- Moreno, R., Ojeda, N., Azócar, J., Venegas, C., & Inostroza, L. (2020). Application of NDVI for identify potentiality of the urban forest for the design of a green corridors system in intermediary cities of Latin America: Case study, Temuco, Chile. *Urban Forestry and Urban Greening*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126821>

- Müller-Using, S., Rojas Ponce, Y., & Martin Stuvan, M. (2021). Propuesta para la definición de un diámetro meta para los árboles futuro en renovales de roble (*Nothofagus obliqua*). *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(3), 49-61. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.553>
- Municipalidad de Temuco. (2010). *Plan Regulador Comunal. Zonificación urbana*. Municipalidad de Temuco, Región de la Araucanía, Chile.
- Myers, N., Mittermeier, R., Fonseca, G., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- ONU-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. World Cities Report 2022. <https://onuhabitat.org.mx/WCR/>
- Pauleit, S., Slinn, P., Handley, J., & Lindley, S. (2003). Promoting the natural greenstructure of towns and cities: English nature's accessible natural greenspace standards model. *Built Environment*, 29(2), 157-171. <https://doi.org/10.2148/benv.29.2.157.54469>
- Peng, J., Zhao, H., & Liu, Y. (2017). Urban ecological corridors construction: A review. *Shengtai Xuebao. Acta Ecológica Sínica*, 37(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2016.12.002>
- Penteado, H. M., & Alvarez, C. E. (2007). Corredores verdes urbanos: estudo da viabilidade de conexão Das Áreas Verdes De Vitória. *Paisagem Ambiente: Ensaios*, 57-68. <https://www.revistas.usp.br/paam/issue/view/6555>
- Psaraftis, H. N., & Panagakos, G. (2012). Green Corridors in European Surface freight logistics and the Supergreen Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 1723-1732. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1147>
- Romero, H. (2009). *Ecología política del cambio climático en ciudades chilenas: Características y vulnerabilidades sociales. Seminario Internacional Impactos Sociales del Cambio Climático a Nivel Internacional*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Sociales. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118159/EcologiaPolitica.pdf?sequence=1>
- Rueda, S. (2011). El urbanismo ecológico. *Territorio, Urbanismo, Sostenibilidad, Paisaje, Diseño Urbano*, p. 1-34. <http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/el-urbanismo-ecol-gico/completo>
- Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2000). *Manual de procedimientos. Muestreos de biomasa forestal*. Universidad Austral de Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/26685/manmuesbio.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Segovia Aranibar, E. L., Esenarro, D., Ascama, L., Rodríguez, C., & Julca, M. S. (2020). Design of green infrastructure for sustainable urban transportation in Lomas del Paraíso in Villa María del Triunfo. *Journal of Green Engineering*, 10(11), 11180-11192.
- Tolegen, Z., Konbr, U., Karzhaubayeva, S., Sadvokasova, G., Nauryzbayeva, A., & Amandykova, D. (2023). Assessment of safe access to pedestrian infrastructure facilities in the city of Almaty, Kazakhstan. *Civil Engineering and Architecture*, 11(1), 351-371. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110128>
- Vaccaro, L. (2011). *Análisis de la accesibilidad desde la perspectiva de la movilidad*. Universidad de Chile. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100412/0649\\_aq-vaccaro\\_l.pdf](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100412/0649_aq-vaccaro_l.pdf)
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile I. *Revista de Geografía Norte Grande*, 86, 63-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100005>
- Vásquez, A., Devoto, C., Giannotti, E., & Velásquez, P. (2016). Green infrastructure systems facing fragmented cities in Latin America - Case of Santiago, Chile. *Procedia Engineering*, 161, 1410-1416. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.602>
- Vélez Restrepo, L. A. (2007). Paisajismo y ecología del paisaje en la gestión de la arborización de calles. Una referencia a la ciudad de Medellín, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 10(4), 131-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169419796011>

Wang, Y. (2013). *Sustainable development and green space system construction*. 21st International Conference on Geoinformatics, Kaifeng, China, pp. 1-5. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6626192>

Whitford, V., Ennos, A. R., & Handley, J. F. (2001). City form and natural process. Indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 57(2), 91-103. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00192-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00192-X)

Žlender, V., & Ward Thompson, C. (2017). Accessibility and use of peri-urban green space for inner-city dwellers: A comparative study. *Landscape and Urban Planning*, 165, 193-205. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.011>

