

# Ordenación territorial desde la infraestructura verde y azul en el Valle de Guatiguará (Colombia)

*Planejamento territorial a partir da infraestrutura verde e azul do Vale do Guatiguará (Colômbia)*

*Territorial planning from the green and blue infrastructure in the Guatiguará Valley (Colombia)*

Ester Higuera-García <sup>[a]</sup> , Elisa Pozo-Menéndez <sup>[b]</sup> ,  
Belén Moneo-Feduchi <sup>[c]</sup> , Jeffrey Brock  <sup>[d]</sup>

<sup>[a]</sup> Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Espanha

<sup>[b]</sup> Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Espanha

<sup>[c]</sup> Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Espanha

<sup>[d]</sup> Pratt Institute Undergraduate School of Architecture, Nova York, EUA

**Cómo citar:** Higuera-García, E., Pozo-Menéndez, E., Moneo-Feduchi, B. & Brock, J. (2022). Ordenación territorial desde la infraestructura verde y azul en el Valle de Guatiguará (Colombia). *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.14, e20210284. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210284>

## Resumen

El concepto de infraestructura verde ha sido incorporado en numerosas regiones como una gran oportunidad, ya que aúna beneficios ambientales y ecológicos estableciendo una red de conexiones entre los espacios naturales y urbanos que antes se encontraban aislados y fragmentados. Este trabajo propone una metodología de planificación territorial para articular la dicotomía urbano-rural en el contexto colombiano del Valle de Guatiguará. Se presenta una propuesta de infraestructura verde-azul articulada a partir del Río de Oro y su estructura hídrica para poner en valor un espacio productivo y prevenir riesgos ambientales, regulando los usos del suelo para los nuevos desarrollos residenciales e industriales, densificando los núcleos existentes y estableciendo una gestión integral del agua. Se adopta el método de Valladares et al. (2017) en relación con la distribución de usos según la altitud y se adapta la sección del valle al contexto local para sintonizar los objetivos ambientales con los económicos y los sociales. La infraestructura verde-azul es una gran oportunidad para articular una nueva forma de distribución de los usos del suelo en los valles colombianos, considerando la altitud como una variable clave en la clasificación del suelo del territorio.

**Palabras clave:** Infraestructura verde y azul; desarrollo territorial; altitud; equilibrio socio-ambiental

EH-G es profissão, Arquitecta, Doctora, e-mail: ester.higuera@upm.es

EP-M es Arquitecta, Master, e-mail: e.pozo@upm.es

BM-F es Arquitecta, Master, e-mail: belen@moneobrock.com

JB es Arquitecto, Master, e-mail: jeff@moneobrock.com



## Resumo

*O conceito de infraestrutura verde vem sendo incorporado em muitas regiões como uma grande oportunidade, pois combina benefícios ambientais e ecológicos ao estabelecer uma rede de conexões entre espaços naturais e urbanos antes isolados e fragmentados. Este trabalho propõe uma metodologia de planejamento territorial para articular a dicotomia urbano-rural no contexto colombiano do Vale do Guatiguará. É apresentada uma proposta de infraestrutura verde-azul articulada a partir do Rio de Oro e sua estrutura hídrica para valorizar um espaço produtivo e prevenir riscos ambientais, regular os usos do solo para novos empreendimentos residenciais e industriais, adensar os núcleos existentes e estabelecer uma gestão integral da água. O método de Valladares et al. (2017) é adotado em relação à distribuição dos usos de acordo com a altitude e a seção do vale é adaptada ao contexto local para sintonizar os objetivos ambientais com os econômicos e sociais. A infraestrutura verde-azul é uma grande oportunidade para articular uma nova forma de distribuição dos usos do solo nos vales colombianos, considerando a altitude como uma variável fundamental na classificação dos solos no território.*

**Palavras-chave:** *Infraestrutura verde e azul; desenvolvimento territorial; altitude; equilíbrio socioambiental*

## Abstract

*The concept of green infrastructure has been incorporated in many regions as a great opportunity, since it combines environmental and ecological benefits by establishing a network of connections between natural and urban spaces that were previously isolated and fragmented. This work proposes a territorial planning methodology to articulate the urban-rural dichotomy in the Colombian context of the Guatiguará Valley. A proposal for a green-blue infrastructure articulated from the Río de Oro and its water structure is presented to value a productive space and prevent environmental risks, regulating land uses for new residential and industrial developments, densifying existing nuclei and establishing a comprehensive water management. The method of Valladares et al. (2017) is adopted in relation to the distribution of uses according to altitude and the section of the valley is adapted to the local context to tune environmental objectives with economic and social ones. The green-blue infrastructure is a great opportunity to articulate a new form of distribution of land uses in the Colombian valleys, considering altitude as a key variable in the classification of land in the territory.*

**Keywords:** *Green and blue infrastructure; territorial development; altitude, socio-environmental balance*

## Introducción

La búsqueda de un equilibrio entre el medio natural (lo rural y la naturaleza) y el medio urbano (ciudades) es un deseo presente desde los inicios de la industrialización del siglo XIX. Fueron numerosos los teóricos que establecieron unas interacciones, o estructuras territoriales y urbanas, que pudieran ordenar las ciudades en relación con la naturaleza circundante. Fue Patrick Geddes (Díaz Garrido, 2010; Geddes, 1923) quien estableció “que la sección del valle puede y debe ser la base de los usos del suelo desde la escala territorial”. Esta idea se re-interpreta y adapta a las condiciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (NU, 2015), el desafío del cambio climático y las acciones desde la Nueva Agenda Urbana (ONU-Habitat, 2017) que marcan el rumbo de acción de la ordenación territorial del siglo XXI.

La infraestructura verde definida como “una red interconectada de espacios naturales para la prestación de los servicios ecosistémicos” (CEA, 2014) persigue el objetivo de diseñar un *Esquema Integrado* desde las escalas territoriales a las urbanas, de los suelos rurales y urbanos, que den continuidad espacial, paisajística y ecológica a los elementos ambientales del territorio (Unión Europea, 2014). El sistema de infraestructura verde de la UE se ha desarrollado con éxito en distintas ciudades y territorios y en la actualidad, los beneficios asociados a los servicios ecosistémicos son objeto de múltiples investigaciones. Este modelo establece una metodología flexible, capaz de adaptarse al contexto territorial y ambiental colombiano. Los beneficios de esta infraestructura se entienden de máxima importancia para abordar una propuesta territorial acorde con los objetivos planteados de prevención y mitigación de cambio climático (Lezama & Domínguez, 2006), así como de otros riesgos ambientales, y en sintonía con los ODS 2030 (Acsehrad, 1999).

## Los beneficios socio-ambientales de la infraestructura verde y azul

Son numerosos los autores que han detallado los beneficios que aporta un sistema territorial de infraestructura verde y azul para la población y los ecosistemas (Comisión Europea, s.f.). Entre las principales aportaciones están las relativas a la mejora de la biodiversidad, la calidad ambiental del medio, la reducción de los riesgos por inundación previsible por el cambio climático, pero sobre todo están los beneficios sociales, como la mejora de la salud y el bienestar de los habitantes (FAO, 2020). A nivel urbano, los beneficios de los servicios ecosistémicos también son objeto de estudio (CODS, 2019).

Se facilita el incremento de la biocapacidad del suelo natural, para garantizar más oxígeno, más retención del carbono y mayor control higrotérmico del mismo, lo cual redundará en el aumento del número de especies de flora y fauna. Y además se frena la erosión del suelo, ya que la presencia de vegetación de medio y gran porte ayuda a fijar la tierra y aumenta la filtración del agua por disminución de las escorrentías superficiales (Raymond et al., 2017).

Además, el sistema territorial de infraestructura verde y azul repercute en la salud y el bienestar de las personas. Esto se traduce en la generación de recursos para la formación y la educación ambiental, sobre todo en la infancia; la generación de recursos comunitarios (implicación de la ciudadanía), eventos deportivos, lúdicos, culturales y festivos, etc.; así como un incremento del sentimiento de pertenencia e identidad territorial de las comunidades (Sudipto et al., 2012).

De la misma forma, la optimización de los recursos naturales que este sistema propone fomenta la agricultura urbana, y periurbana para la producción de alimentos de proximidad. Integrándose en la cadena productiva y económica (FAO, 2018) pero además también tiene un componente educativo, lúdico y recreativo, para el equilibrio entre las zonas urbanas y las naturales o rurales (Ayuntamiento de Barcelona, 2013).

## La oportunidad de la infraestructura verde frente a la amenaza del Cambio Climático, medidas de mitigación y de prevención

La infraestructura verde es una conexión espacial que se enmarca en los objetivos de lucha contra el cambio climático mediante varias acciones directas en medidas de prevención y de mitigación. Desde esta perspectiva, la infraestructura verde contribuye a prevenir las inundaciones, estableciendo los espacios de servidumbre de ríos y arroyos principales, así como la regulación de todas las escorrentías de las cuencas gracias a la infiltración de agua de lluvia. Como acciones destacadas para la mitigación frente al cambio climático, el aumento de la vegetación arbórea y arbustiva supone un incremento de secuestro de carbono (efecto sumidero) (Anguelovski et al., 2018). Finalmente, también es importante destacar la contribución de los árboles en la reducción de la erosión de los suelos y los riesgos de desprendimientos de tierra y avalanchas (FAO, 2015).

Algunos ejemplos europeos y americanos de infraestructuras verdes realizados en el siglo XXI son muy ilustrativos y ayudan a conocer el alcance positivo de estas actuaciones (Unión Europea, 2009). Se sintetizan (Tabla 1) algunas de las más relevantes europeas y en la (Tabla 2) de las latinoamericanas (De Lucio, 2016).

**Tabla 1** – Buenas prácticas de infraestructura verde destacadas

Ciudad	Denominación	Año	Objetivos	Acciones y fortalezas
Bruselas	Proyecto Red Verde y Red Azul territorial	2019	Recuperar el patrimonio hidrológico en la ciudad y su función hidrológica, social y ecológica.	Restauración de humedales, creación de paseos, conexiones verdes y azules.
			Que cada habitante disponga de espacios verdes cercanos a los lugares donde vive o trabaja.	Medidas de naturalización.
Hamburgo	Red Verde (original: Grünes Netz Hamburg)	2004	Creación de un buffer entre la ciudad consolidada y las nuevas expansiones urbanas.	Dos anillos: el primero en la ciudad histórica, el segundo periférico.

## Ordenación territorial desde la infraestructura verde y azul en el Valle de Guatiguará (Colombia)

Londres	Malla Verde de Londres (original: All London Green Grid)	2011	Creación de una red de espacios verdes de calidad, multifuncionales e interconectados entre sí y con los núcleos de población.	Adaptación al cambio climático. Disminución de riesgos ambientales. Mejora de la calidad ambiental de la urbe, la promoción del paseo y la bicicleta.
Chicago	Infraestructura verde natural (original: Chicago wilderness green infrastructure vision: "from rooftop to region")	2012	Restauración y protección de un tercio de la superficie total de la región.	Beneficios ambientales, sociales y económicos que supone vivir en y entre áreas naturales.
Berlín	Infraestructura Verde de Berlín (original: Biotope Area Factor, BAF)	1990	Compensar los déficits e impactos asociados al desarrollo urbano.	Mejora de calidad del aire, mantenimiento de la productividad del suelo, mejora y creación de hábitats de flora y fauna, o mejora del entorno residencial.
Portland	Infraestructura: de gris a verde (original: Grey to Green Infrastructure)	2008	Sistemas naturales para gestionar el agua de tormentas, proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos y mejorar la situación de las cuencas hidrográficas.	Mayor calidad de los barrios, ríos y arroyos. Contribución a la adaptación al cambio climático.
Ontario	Anillo Verde de Ontario (original: Ontario Greenbelt)	2005	Preservar los suelos de mayor calidad agrícola de Canadá mediante figura de protección legal.	Economía verde sostenible, conexión del Anillo con el Lago Ontario a modo de corredores radiales.
Colonia	Anillos verdes (original: programa Regionale 2010)	2010	Dos anillos verdes	Red funcional de sistemas verdes. Conectar estos anillos con los grandes sistemas naturales.
Ottawa	Plan de 1950 de Jacques Gréber y Master Plan del Anillo Verde (original: Greenbelt Master Plan)	1950 y 1996	Anillo Verde como símbolo de la Capital de Canadá.	Reservas ecológicas del entorno de la ciudad, gestión pública, pautas de uso y gestión.
Estocolmo	Parque Nacional Urbano en el Plan de Desarrollo Urbano (original: RUF5 2050 – Regional utvecklingsplan för Stockholms regionen)	Desde 2001, último en 2015	Conexión urbano y territorial zonas verdes. Criterios de biocapacidad, biodiversidad y resiliencia.	Reutilizar áreas industriales abandonadas. Red de corredores verdes. Áreas de biotopo y sociotopo.

Fuente: Elaboración propia (2021) a partir de los datos recogidos de Bruselas (Bruxelles Environment, 2016): [www.ibgebim.be](http://www.ibgebim.be); Hamburgo (1985): [www.hamburg.de/grunesnetz](http://www.hamburg.de/grunesnetz); Londres (2012): [www.london.gov.uk](http://www.london.gov.uk); Chicago Wilderness (1994): [www.chicagowilderness.org](http://www.chicagowilderness.org); Berlín (1990): [www.berlin.de/senuvk/umwelt/](http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/); City of Portland (2008): [www.portlandoregon.gov](http://www.portlandoregon.gov); Ontario (2005): [www.greenbelt.ca](http://www.greenbelt.ca); Colonia (2010): [www.regionale2010.de](http://www.regionale2010.de); Ottawa (2013): [www.ncc-ccn.gc.ca](http://www.ncc-ccn.gc.ca); Estocolmo (2018): [www.tmr.sll.se](http://www.tmr.sll.se). Última consulta: mayo 2021.

En el caso concreto de Latinoamérica, en Buenos Aires (Buenos Aires Ciudad, 2009) y Bogotá (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2014) los instrumentos de planificación se centran en el desarrollo de ciertos tipos de espacios verdes como cubiertas verdes y árboles urbanos, sin considerar la necesidad de una conexión espacial entre ellos. Por el contrario, en los casos de Río Sustentable en Río de Janeiro (Rio Prefeitura Meio Ambiente y Centro Clima, 2015), São Paulo (Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia de São Paulo, 2011.), Ciudad de México (Velasco Rodríguez et al., 2014) y Lima (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2015), los instrumentos incorporan acciones que reconocen a la Infraestructura Verde como una red donde las acciones específicas cobran sentido por su contribución ecosistémica y por el cumplimiento de los objetivos de planificación integrada (Tabla 2).

Tabla 2. Buenas prácticas de infraestructura verde en Latinoamérica.

Ciudad	Denominación	Año	Objetivos	Acciones y fortalezas
Buenos Aires (Área Metropolitana)	Plan Acción contra el Cambio Climático 2030	2009	Conocer el escenario de partida de la situación del Área Metropolitana de Buenos Aires respecto al cambio climático y establecer objetivos para un Plan de Acción para el desarrollo de la ciudad y de sus políticas.	Estudio de impacto cuantificado asociado al escenario base y posibles medidas implementadas. Primer Inventario de emisiones de la Ciudad de Buenos Aires. Se desarrollan distintas medidas de adaptación y de mitigación del cambio climático, así como prevención del efecto isla de calor urbana.
San Paulo	Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas	2011	Mejorar la calidad de vida de la población de San Paulo, adaptar las infraestructuras de la ciudad para hacer frente al cambio climático y a sus consecuencias y promover el desarrollo de una economía de bajas emisiones en carbono.	Enfoque transversal basado en la prevención del cambio climático a partir de políticas públicas y adaptadas al contexto de vulnerabilidad social. Líneas de acción transversales considerando en entorno construido y la planificación ambiental en relación con otros sectores estratégicos como el desarrollo urbano, la energía o el empleo.
Bogotá	Bogotá Construcción Sostenible - Colombia	2014, 2021	Generar un repositorio de empresas de paisajismo, agua, energía y materiales de construcción para la ejecución de proyectos sostenibles, entre los que destacan las soluciones de gestión sostenible del agua.	Capacitación de empresas del sector de la construcción en el desarrollo de tecnologías y sistemas sostenibles para la ejecución de proyectos de infraestructura verde, soluciones basadas en la naturaleza, prevención riesgos de inundación o costeros, etc.
Ciudad de México	Programa de Acción Climática Ciudad de México 2014–2020	2014	Creación de la Ley para la Protección, Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad en el Distrito Federal, obras de conservación e suelo y agua, programa de prevención de riesgos hidrometeorológicos	Enfoque transversal donde se destaca la mitigación del cambio climático y la gestión de los riesgos naturales, donde destacan las inundaciones.
Lima	Estrategia de Adaptación al Cambio Climático Provincia de Lima	2015	Fortalecer la institucionalidad y gobernanza del cambio climático; Garantizar la conservación, restauración y uso sostenible del agua, los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales; Conducir la ocupación y el uso del territorio de manera planificada, integrando la gestión de riesgos climáticos.	Creación de una ordenanza municipal para la implementación de la estrategia de adaptación al cambio climático como mecanismo jurídico para la implementación de las estrategias.
Río de Janeiro	Inventário das emissões de gases de efeito estufa da cidade do Rio de Janeiro	2015	Inventariado y escenarios futuros de la situación de la ciudad respecto a la emisión de gases de efecto invernadero.	Consideración del sector agrícola a la hora de estimar los escenarios y los impactos. Cuantificación de los resultados esperados de la implementación de las distintas estrategias de mitigación y adaptación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Andrade, Remolina & Wiesner (2013); Breen et al. (2020); Carrión & Dammert (2016); Seto et al. (2013); Vásquez (2016); Vásquez et al. (2016, 2019); Silva et al. (2017) y AquaFondo (2016).

Con las características geomorfológicas del territorio colombiano, establecer una gran red de conexión de espacios naturales mediante los corredores de sus grandes ríos aparece como una oportunidad para encontrar

una propuesta para la prevención de riesgos y un desarrollo urbano y periurbano más sostenible, generando una transición entre lo urbano y lo rural. Se habla de infraestructura verde y azul, ya que los corredores serán los ríos, y se establecerán usos del suelo según la altitud, dada las altas pendientes que conforman y delimitan los valles, y como metodología para optimizar los usos del suelo y favorecer un desarrollo territorial y urbano saludable en el contexto del Valle de Guatiguará, en el Área Metropolitana de Bucaramanga

### Metodología para el trazado de una infraestructura verde y azul en el Área Metropolitana de Bucaramanga: Valle de Guatiguará

El objetivo principal es articular un desarrollo urbano equilibrado, con una propuesta que revierta la degradación de este territorio, optimizando los usos del suelo en función de un análisis multicriterio ambiental y socioeconómico.

Partiendo de las teorías y antecedentes históricos del siglo XX, se han considerado las bases de las Directrices Europeas y los objetivos específicos detallados en las Directrices de Ordenación Territorial del País Vasco en España (Gobierno Vasco, 2019) para ser cruzados con las potencialidades del contexto colombiano en la escala territorial y local (Tabla 3). La selección de estas directrices como documento de referencia fue motivada por su reciente publicación (2019) y su grado de innovación, alineado con los retos del cambio climático y la Nueva Agenda Urbana (Naciones Unidas, 2017).

**Tabla 3** – Potencialidades de las Directrices de Ordenación Territorial del País Vasco aplicadas al contexto de Colombia

Directrices de Ordenación Territorial del País Vasco (España)	Potencialidades en el contexto de Colombia	
	Escala territorial	Escala local
Conservar, potenciar y restaurar la conectividad ecológica entre los espacios naturales, también hacia los territorios colindantes. Extender la continuidad también hasta lo local.	Muy alta, existen espacios de gran valor ecológico por la geomorfología.	Algunas ciudades cuentan con numerosos parques urbanos. Alta potencialidad.
Evitar los efectos de la fragmentación territorial producida por los asentamientos humanos y las infraestructuras "grises".	Concentradas en las zonas de litoral y junto a las poblaciones.	En la escala local también existen gran cantidad de actividades dispersas.
Contribuir a la resiliencia del territorio reduciendo los riesgos o los daños ante catástrofes naturales o de origen antrópico, incluido el cambio climático.	Alto riesgo ambiental, por erosión, terremotos, inundaciones agravadas por el cambio climático.	Asentamientos informales en quebradas y llanuras de inundación.
Promover la agricultura ecológica y los medios de producción cercanos, valorar la labor de la población rural en la conservación y gestión de los ecosistemas, y mejorar la calidad de vida.	Necesaria la estabilidad en la población rural, sin riesgos y con más calidad de vida.	Fomentar la agricultura peri-urbana en valles fértiles.
Favorecer hábitos saludables de alimentación, fomentar la suficiencia y seguridad alimentaria y el abastecimiento de proximidad.	Posibilidad de tener suficiencia alimentaria gracias al abastecimiento de proximidad.	Promoción de los mercados locales en las grandes ciudades en relación con la actividad agrícola local.
Mejorar la salud y el bienestar de la población reduciendo la contaminación del aire y del ruido, reduciendo las enfermedades relacionadas con el calor, y facilitando la práctica de la actividad física y la mejora del estado emocional de las personas.	El incremento de coches y motos es una amenaza que aumenta la contaminación.	Necesidad de fomentar hábitos de vida saludable.

Promover recorridos "blandos" alternativos al viario-rodado, favoreciendo el uso de la bicicleta y el andar de forma funcional en recorridos cotidianos y aprovechando también la red de caminos rurales o vías menores municipales existentes.	Sería posible en determinadas zonas no abruptas del territorio.	Aconsejable mediante nuevas calles verdes, bulevares y calles sin tráfico rodado de paso.
Contribuir a preservar el paisaje y favorecer el tratamiento paisajístico de entornos especialmente sensibles como las periferias o los entornos degradados.	Necesidad de entender el paisaje cotidiano como vector de regeneración y recuperación del territorio.	Mejorar las periferias urbanas y las actividades diseminadas.
Poner en valor el potencial económico y generador de empleo de las soluciones basadas en la naturaleza por su alta rentabilidad económica, social y medioambiental y por suponer un nicho de investigación, mercado y empleo, sin olvidar el atractivo turístico y preservación de entornos de interés cultural que ofrece la infraestructura verde.	La naturaleza y su paisaje debe estar en uso para su preservación. Necesidad de articulación de usos variados ecológicos, turísticos, extractivos, etc, en armonía.	Desde la ciudad también se pueden articular variadas actividades ambientales para la preservación del paisaje como actividades educativas, industriales relacionadas con el bosque, turísticas o de ocio o deportivas como senderismo.

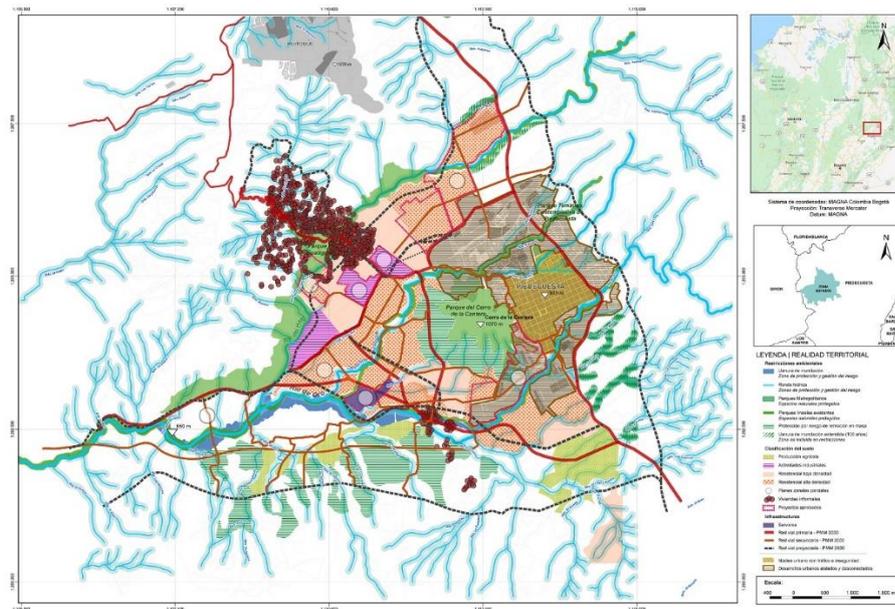
Fuente: Autores (2020), a partir de las Directrices de Ordenación Territorial del País Vasco (Gobierno Vasco 2019).

A la vista del cuadro anterior, se identifica una gran oportunidad para crear una infraestructura verde a través de los cauces hídricos en el contexto colombiano. Para ello, se adapta la metodología de la Estrategia Estatal Española (Valladares et al., 2017), en la que se establece una clasificación según tres componentes de la infraestructura verde: *áreas núcleo, corredores verdes, y áreas de amortiguación.*

## Estrategia de análisis y propuesta para una nueva red verde y azul en el Valle de Guatiguará

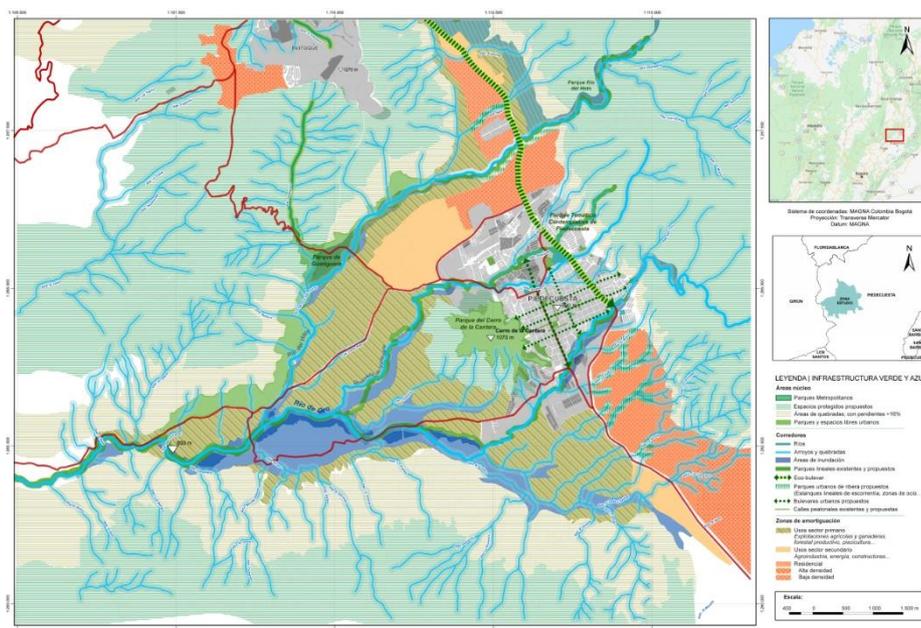
El valle de Guatiguará está situado en el municipio de Piedecuesta, que a su vez se enmarca en el Área Metropolitana de Bucaramanga, conjunto de cuatro municipios: Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta en Colombia, con un total de 1,1 millones de habitantes. La prosperidad económica de esta comarca, su localización geográfica y sus condicionantes territoriales, además del interés de sus instituciones en mejorar la calidad de vida de su población, resultó ser un contexto favorable para realizar una propuesta de un plan territorial estratégico de desarrollo sostenible basado en la red hídrica superficial.

En la actualidad, el Valle de Guatiguará (Figura 1) se caracteriza por albergar un mosaico de actividades industriales-urbano-residenciales-agrarias que han colonizado un paisaje de calidad de forma fragmentada y diseminada, generando un impacto negativo sobre la población y el medio ambiente. En 2003, el municipio de Piedecuesta adoptó su Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) (Curaduría Urbana No.1 de Piedecuesta, 2003) donde se definieron los planes parciales (suelo de expansión urbana) y planes zonales (suelo suburbano) como instrumentos de ordenación complementarios. En este instrumento, el área objeto de estudio, el Valle de Guatiguará, tenía proyectada la construcción de una urbanización próxima al Parque Tecnológico Guatiguará como un sector de alto nivel tecnológico e innovador; varios planes zonales y parciales, además del Macroproyecto de Interés Social Nacional Pienta (Vargas Cáceres, 2017). Por otra parte, algunas zonas del ámbito objeto de estudio presentaban una ocupación de viviendas informal o divisiones de parcelas sin licencia, lo cual conlleva que los servicios públicos se vean implicados para prestar servicios en los mismos. Adicionalmente, las explotaciones localizadas en suelos agrícolas también se veían comprometidas por una mayor rentabilidad en la edificación de promociones residenciales de baja densidad de estancia temporal (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2020, p.38).



**Figura 1** – Análisis de la realidad urbano-territorial del Valle de Guatiguará. Desde la red hídrica superficial en azul claro, aparece la articulación de los nuevos desarrollos en naranja si es uso residencial y violeta si es industrial. En gris la ciudad existente, y en rojo en diseminado, las viviendas informales que se localizan en la llanura de inundación del Río de Oro al sur, y en la ladera de los arroyos. Fuente: Elaboración propia (2020).

Existía el objetivo de construir cientos de viviendas alejadas del núcleo urbano de Piedecuesta, en zonas inundables y sin un planeamiento en paralelo de movilidad sostenible, (Figura 2). Así mismo, el plan de movilidad existente planteaba la construcción de varias autopistas duplicando el viario existente y siguiendo parte del curso del Río de Oro, para Piedecuesta con Girón y el aeropuerto de Palonegro, un plan de movilidad opuesto a los modelos de sostenibilidad actuales basados en las distancias de proximidad (Área Metropolitana de Bucaramanga et al., 2020, pp.39-114).



**Figura 2** - Resultado del equilibrio de usos urbanos y rurales de acuerdo con la metodología de planeamiento territorial en base a la infraestructura verde y azul. En naranja los suelos residenciales en continuidad con los existentes y fuera de las llanuras de inundación. En pardo, suelos agrícolas con algunas industrias agro-alimentarias en violeta. En verde la estructura de espacios protegidos verdes en la escala territorial y calles verdes en la escala urbana. En azul toda la red hídrica superficial del valle de Guatiguará. Fuente: Elaboración propia (2020).

Desde un punto de vista ambiental, cabe destacar la presencia de las quebradas en esta región, como un elemento del paisaje de carácter singular, que configuró el desarrollo de los principales núcleos de población del territorio. La realización del plan puede suponer otras dos consecuencias de gran relevancia:

i) Por un lado, el realojo de las poblaciones y asentamientos informales en alto riesgo

ii) Por otro lado, establecer zonas de amortiguación por inundación de los ríos principales para evitar riesgos futuros

Estos dos objetivos se materializan en la propuesta a través de una doble estructura de espacios conectores: los de cotas altas (altitud de más de 1.000 m) que conforman el sistema de divisorias-cumbres del territorio del valle de Guatiguará y, por otro lado, en las cotas de menor altitud, una estructura que recupere la red hidrográfica de ríos, arroyos y quebradas en continuidad espacial (Higueras García, 2006).

### Estructura territorial propuesta

Con esta idea y siguiendo la clasificación de componentes de la infraestructura verde que establece el documento de bases de la Estrategia Estatal Española (Valladares et al., 2017), se proponen los siguientes elementos, que aparecerán duplicados en las escalas territorial y urbana (Tabla 4),

1. Áreas núcleo. Son los espacios naturales actualmente protegidos, los montes preservados, los parques metropolitanos, y todos aquellos que se vayan a proteger en el corto-medio plazo por sus valores intrínsecos. En la escala urbana serán los parques urbanos, los peri-urbanos y la red de espacios libres estructurante de la ciudad (Tabla 5, áreas núcleo).

2. Corredores. Constituidos por la red hídrica superficial del río de Oro y de todos sus afluentes principales, a los que se sumarán la red de quebradas con mayor erosión hídrica del territorio. En la escala urbana, serán los bulevares, las calles arboladas, los parques lineales, las riberas de los ríos que atraviesan las zonas urbanas y las calles peatonales (Tabla 5, corredores).

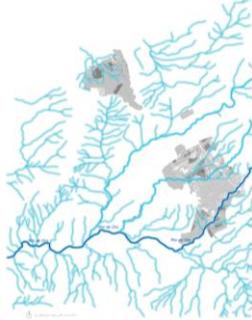
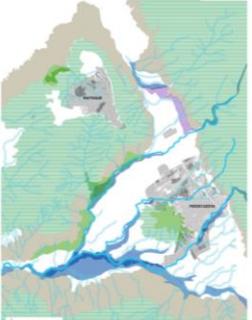
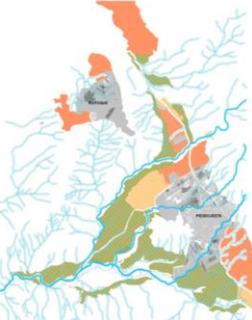
3. Áreas de amortiguación. Se proponen dos tipos de áreas. En primer lugar, áreas avocadas a los espacios agrarios, ganaderos y agro-parques, relacionadas con el abastecimiento y la regulación, principalmente. En segundo lugar, espacios con usos más antrópicos, industriales de bajo impacto, como tejedoras locales, artesanía, algunos usos comerciales, y residencial de baja densidad (Tabla 5, áreas de amortiguación).

**Tabla 4 –** Determinación de la estructura territorial de usos del suelo

Componentes	Escalas	
	Escala territorial	Escala local
Áreas núcleo	Espacios protegidos	Parques urbanos
	Montes preservados	Parques Peri-urbanos
	Parques metropolitanos	Espacios libres y plazas
Corredores	Río de Oro	Bulevares
	Arroyos	Calles verdes
	Quebradas con alta erosión potencial (p>16%)	Riberas urbanas
	Riberas	Parques lineales
	Llanura de inundación 100 años	Calles peatonales
	Llanura inundación frente al cambio climático	Calles verdes
Áreas de amortiguación	Zonas de Amortiguación usos sector primario	
	Zonas de Amortiguación usos sector secundario y terciario; Residencial	

Fuente: Autores (2019).

**Tabla 5** – Base metodológica para la determinación de la infraestructura verde y azul del valle de Guatiguará.

<b>Determinación de los componentes de la infraestructura verde y azul.</b>			
<b>Capas de información</b>	<b>Componentes</b>	<b>Escala territorial</b>	<b>Escala local</b>
	Estructura hídrica	Río de Oro (azul oscuro) y jerarquía de arroyos y quebradas	
	Áreas de inundación	Llanura de inundación 100 años  Llanura inundación frente al cambio climático	
	Áreas núcleo	Espacios protegidos Montes preservados  Parques metropolitanos	Parques urbanos Parques Peri-urbanos  Espacios libres y plazas
	Corredores	Río de Oro Arroyos Quebradas con alta erosión potencial ( $p > 16\%$ ) Riberas	Bulevares Calles verdes Riberas urbanas Parques lineales  Calles peatonales  Calles verdes
	Áreas de amortiguación	Zonas de Amortiguación usos sector primario  Zonas de Amortiguación usos sector secundario y terciario. Residencial	

Fuente: Autores (2020).

## Resultados

### Aplicación de la metodología en el Valle de Guatiguará, Piedecuesta (Bucaramanga)

La metodología presentada se ha aplicado en el estudio de caso del Valle del Guatiguará en Bucaramanga (Colombia) como propuesta sostenible de desarrollo urbano y territorial, para resolver la dicotomía rural-urbana y establecer un correcto equilibrio en los usos del suelo del valle.

En primer lugar, se ha identificado la estructura hídrica presente en el enclave, caracterizada por numerosas quebradas que configuran la topografía, generando un paisaje muy particular en el Río de Oro y una zona de protección a más de 20 metros de la cota de inundación (CDBM, 2009).

En segundo lugar, se incorporan las áreas de inundación del río determinadas en los Planes de Ordenamiento Territorial para un período de 100 años (Área Metropolitana de Bucaramanga et al., 2020, pp.45-51) correspondientes a la zona central del valle, donde a su vez confluyen los afluentes de río de Oro.

Una vez definidos los cauces y elementos hídricos se identifican como áreas núcleo existentes los espacios verdes protegidos ya reconocidos dentro del planeamiento actual (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2020). En esta categoría se identifican en el ámbito de estudio el Parque Metropolitano Guatiguará (193,78 ha) y el Parque del Cerro de la Cantera (87,88 ha). ponerlos en valor, para lo cual se establece una conexión, que también ayudará a mejorar la conectividad de los ecosistemas.

Como propuesta, se establecen dos tipos de protección. Por una parte, la protección de las áreas por encima de la cota 1.100 m para la conservación de las zonas naturales de mayor calidad y asegurar la fijación del terreno gracias a la vegetación de mayor porte de sus bosques. Por otra parte, la protección de las áreas de mayor pendiente (>16%) que están identificadas como zonas de riesgo debido a la remoción en masa (Figura 2).

A nivel urbano, la consideración de los espacios verdes de la ciudad y los espacios libres como figuras protegidas de la infraestructura verde completa la propuesta reforzando la continuidad de la trama verde en el contexto urbano.

Finalmente, la definición de corredores para articular la red de áreas núcleo recae en la identificación de los parques lineales existentes recogidos en la normativa actual, que son el parque lineal río de Oro (177,64 ha) y río Lato (13,17 ha).

A nivel urbano se identifican las riberas fluviales como parques lineales los bulevares, las calles verdes y las áreas peatonales (Tabla 6).

**Tabla 6** – Vocación preferente de usos del suelo para articular la dicotomía rural-urbana

Plano	Características	Variables			
		Usos naturales	Usos agrícolas y ganaderos	Usos industriales	Usos residenciales
Hipsométrico	Zonas de baja altitud		Sí	Sí	Sí
	Zonas de alta altitud	Sí			
	Crestas	Sí			
Clinométrico	Zonas de llanuras		Sí	Sí	Sí
	Zonas moderadas		Sí	Sí	Sí
	Zonas abruptas	Sí			
Red hídrica superficial	Ríos y arroyos	Sí			
	Quebradas	Sí			
	Barrancos	Sí			

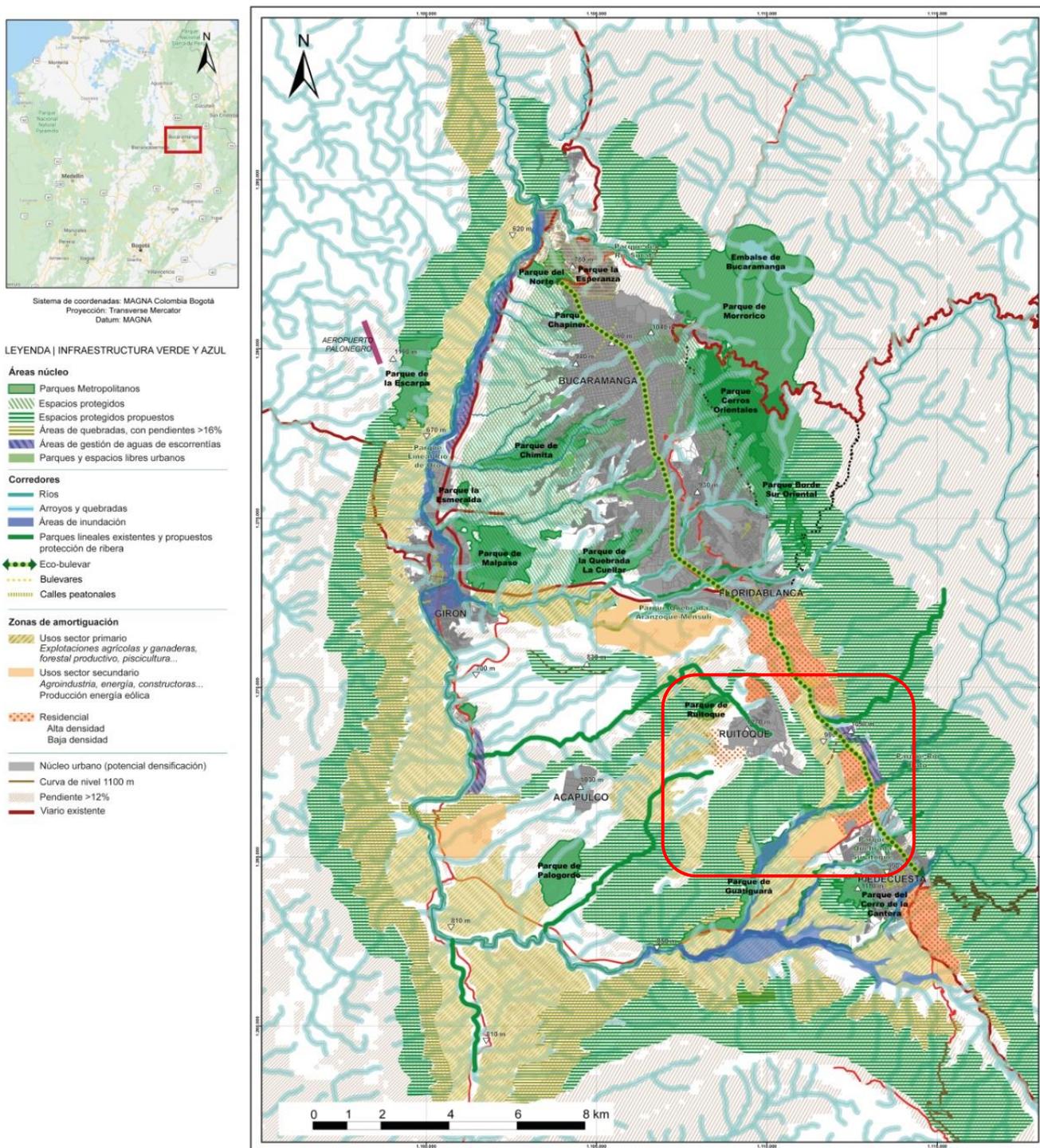
Subsuelo	Buena capacidad portante		Sí	Sí
	Baja capacidad portante		Sí	Sí
	Suelos permeables	Sí		
Vegetación	Arbolado porte caduco	Sí		
	Arbolado porte perenne	Sí		
	Arbustos y matorrales		Sí	Sí
	Cultivos de regadío	Sí	Sí	
	Cultivos de secano		Sí	Sí
Espacios protegidos	Áreas protegidas	Sí		
	Corredores verdes	Sí		
Red viaria principal	Red viaria principal		Sí	
	Red viaria local		Sí	Sí
	Red de caminos y senderos	Sí		Sí
Paisaje	Zonas protegidas por paisaje	Sí		
	Solanas		Sí	Sí
	Umbrías		Sí	
Fragilidad paisaje	Zonas llanas + solanas + ausencia de vegetación	Sí		

Fuente: Autores, 2020.

Se diferencian zonas de amortiguación primarias, que incorporan actividades agrícolas y ganaderas principalmente de las zonas de amortiguación secundarias, incorporando actividades industriales y promoción de empresas y economías sostenibles; y zonas de amortiguación terciarias, estableciendo una diferencia entre zonas de baja densidad, (próximas al valle de Guatiguará), y las de mayor densidad, (a lo largo del Valle de Mensulí, al norte de la ciudad de Piedecuesta, y reforzando la conexión natural con Floridablanca y Bucaramanga) (Figura 2).

### Aplicación de la metodología a escala Metropolitana: Área Metropolitana de Bucaramanga

Esta metodología se ha aplicado a escala metropolitana, poniendo en valor el paisaje y la identidad del Área Metropolitana de Bucaramanga (Figura 3). De esta forma, la propuesta para una infraestructura verde y azul resulta coherente y continua, fácil de implementar y adaptable al contexto específico local de forma coordinada.



**Figura 3** - Determinación de los componentes de la infraestructura verde y azul en la escala del Área Metropolitana de Bucaramanga. En el recuadro el valle de Guatiguará ahora en su contexto de gran escala. La ciudad de Bucaramanga al norte, en gris, queda enmarcada entre los cerros orientales y los ríos, con un conjunto significativo de parques urbanos que quedarán enlazados por calles y corredores verdes. Fuente: Elaboración propia (2020).

### Plan Piloto para Piedecuesta y el área del Valle de Guatiguará

La propuesta del Valle de Guatiguará es una experiencia piloto encaminada al desarrollo de los ODS y la Nueva Agenda Urbana desde la Infraestructura verde (Tabla 7). Se pensó que era más aconsejable densificar la ciudad de Piedecuesta y liberar el valle para los usos agro-industriales y recreativos que se proponen en este plan, estructuradas en siete líneas estratégicas.

Tabla 7 – Plan Estratégico Local de desarrollo urbano sostenible del Valle de Guatiguará y Piedecuesta

Plan Estratégico Local de desarrollo urbano sostenible del Valle de Guatiguará y Piedecuesta	
Eje estratégico	Objetivo principal
1. Movilidad	Apoyar una infraestructura de movilidad activa no contaminante. Dada la pequeña escala del Valle de Guatiguará y del municipio de Piedecuesta, parte de la movilidad podrá ser peatonal y de bicicleta, mejorando en paralelo la red de transporte público de Piedecuesta, y estableciendo una relación entre ambas a través de la unión de parques metropolitanos, mediante infraestructura verde, bulevares y calles verdes. Crear un eco-bulevar que conecte Piedecuesta con Floridablanca y Bucaramanga.
2. Gestión integral del agua	Gestionar todo el ciclo del agua del Valle de Guatiguará con criterios de sostenibilidad, eficiencia y ciclo de vida aplicados para garantizar el desarrollo de las nuevas actividades agrícolas, industriales y residenciales además de evitar todos los riesgos asociados al agua contaminada y la inundación.
3. Conexión verde	Garantizar una red de conexiones verdes mediante distintas figuras de planeamientos: parques metropolitanos, corredores lineales, eco-bulevar, bulevares y calles verdes, zonas de amortiguación agrícolas y agropecuarias.
4. Densificación urbana	Aprovechar la estructura urbana existente en Piedecuesta para aumentar la densidad de población incorporando equipamientos sociales y culturales necesarios, diversificar sus actividades e incorporar medidas bioclimáticas y solares, apostando por "barrios solares". Realizar una labor de conectividad entre las calles de los nuevos desarrollos residenciales, muchos de ellos cerrados y desconectados, que carecen de esta importante característica urbana generando espacios públicos de calidad, tan importantes para la socialización o acceso a las oportunidades.
5. Agroindustria	Desarrollo de innovación I+D en Pienta, mediante manufacturas agrícolas y ganaderas utilizando tecnología puntera, cultivando especies locales para conseguir productos singulares con denominación de origen Valle de Guatiguará y finalmente autosuficiencia (soberanía) alimentaria para toda la comarca.
6. Desarrollo local	Asegurar acceso a la energía y mejorar la eficiencia energética en todo el ciclo de generación, uso y reutilización. Apuesta por energías renovables en la región metropolitana de Bucaramanga aprovechando el potencial de radiación solar, los saltos de agua y de generación de energía eólica.
7. Gestión de residuos	Innovación en reciclaje y <i>up-cycling</i> . Gestión integral del ciclo de vida de los materiales, productos y residuos a través del aprovechamiento o reciclado de todos los materiales urbanos, industriales y agrícolas.

Fuente: Autores, 2020.

Cada una de estas grandes temáticas aborda un componente estructurante del territorio. En primer lugar, la movilidad (1), Es necesario un plan centrado en los desplazamientos peatonales, la vida de barrio, la puesta en valor del espacio público y las actividades humanas: servicios, comercio, desarrollo local y alimentación de productos frescos locales.

La segunda línea estratégica de gestión del agua (2) introduce una metodología considerando el ciclo hidrológico de Piedecuesta en su totalidad y apostando por un sistema integral de gestión que permita la eficiencia y optimización de uso de este recurso, la recuperación de la calidad de agua de los ríos existentes y la gestión de las aguas residuales bajo criterios de seguridad, salubridad y eficiencia.

Como elemento complementario, la infraestructura verde del territorio (3) está directamente vinculada a la infraestructura azul y a la topografía local. Ambas redes conforman una matriz territorial de recursos naturales donde los asentamientos y actividades humanas tienen lugar. Esta línea estratégica persigue el objetivo de crear una red de espacios naturales verdes interconectados entre sí, asegurando su continuidad a través de distintas figuras de planeamiento.

Para resolver la dicotomía urbano-rural, es necesario reformular las pautas de desarrollo de la región. Por ese motivo, se incluye una línea estratégica (4) que defiende la densificación urbana del núcleo existente con una trama ortogonal regular de origen colonial, así como la densificación de la periferia que ha crecido sin plan urbanístico alguno y por ello está a falta de la conectividad urbana necesaria para el óptimo funcionamiento de su desarrollo, así como de espacios públicos de calidad. Piedecuesta es un municipio con proyecciones de crecimiento demográfico y atracción de nuevas familias, además del interés metropolitano para crear una nueva centralidad

Se incluye una estrategia para implementar la agroindustria (5), para poner en valor la agricultura y diversificar sus aplicaciones en relación con industrias innovadoras y soluciones tecnológicas de gran interés para el desarrollo industrial.

En relación con el punto anterior, la estrategia de desarrollo local (6) viene de la mano de una apuesta por la diversificación económica y de la actividad industrial, poniendo en valor el entorno natural, el patrimonio cultural y la identidad piedecuestana. Finalmente, la estrategia sobre los ciclos, procesos y flujos de energía (7) a nivel urbano-territorial tiene que ver con la gestión óptima de los recursos y los residuos, incorporando una visión de puesta en valor de los ciclos de los materiales y su huella.

### Conclusiones

El Área Metropolitana de Bucaramanga y el Valle de Guatiguará han resultado dos casos de aplicación de esta metodología a distinta escala que han permitido reconocer numerosas oportunidades para el desarrollo local gracias a la puesta en valor de la infraestructura verde y azul como mecanismo para resolver la dicotomía entre zonas rurales y urbanas, desde la red hídrica superficial como fuente principal de salubridad y bienestar para toda la población de un territorio

A la vista de la recopilación sobre Infraestructuras Verdes implementadas en América Latina, se ha constatado que la mayor parte de ellas están en relación con los Planes de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, ya sean en zonas urbanas, en valles o zonas costeras. En este sentido, se ve una fortaleza para la incorporación del diseño de las Infraestructuras Verdes desde estos Planes, ya que la red continua verde urbano-territorial es visible y recuperable en la mayor parte de los territorios. Las principales debilidades aparecen en la gestión política y de planificación, ya que se deben establecer sinergias para llevar a cabo estas nuevas redes con gran dificultad para su desarrollo e implementación por la fragmentación espacio-jurisdiccional y sectorial asociada a la planificación del uso del suelo, además de una centralización del poder que dificulta la visión integral y ecosistémica de la misma.

Se ha propuesto la discriminación de suelos según altitud como una de las aportaciones para establecer este equilibrio necesario. Utilizando una metodología adaptada sobre los componentes determinantes de la infraestructura verde y azul (en áreas núcleo, corredores y áreas de amortiguación) se consigue planificar el territorio generando bienestar y riqueza gracias a una distribución de usos agrícolas y urbanos basados en la vocación del suelo.

Como conclusión resaltaremos que a partir de este análisis territorial se ha podido generar un Plan Piloto para Piedecuesta y el área del Valle de Guatiguará (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2020). Se han propuesto siete ejes estratégicos para la elaboración de políticas y planes locales específicos, englobados en un plan de desarrollo urbano integral con el objetivo de asentar las bases a medio y largo plazo para el crecimiento económico y territorial del valle y ayudar a sus habitantes a mejorar su calidad de vida. Las metas de la Infraestructura Verde adaptadas al contexto colombiano son:

- Conservar, potenciar y restaurar la conectividad ecológica entre los espacios naturales.
- Evitar los efectos de la fragmentación territorial producida por los asentamientos humanos y las infraestructuras "grises".
- Contribuir a la resiliencia del territorio reduciendo los riesgos o los daños ante catástrofes naturales y adaptación ante el cambio climático.
- Promover la agricultura ecológica y los medios de producción alimentaria de proximidad.
- Mejorar la salud y el bienestar de la población reduciendo la contaminación del aire y del ruido,
- Promover recorridos "blandos" alternativos al viario-rodado, f en recorridos cotidianos.
- Contribuir a preservar el paisaje en una red espacial continua.
- Poner en valor el potencial económico y generador de empleo de las soluciones basadas en la naturaleza por su alta rentabilidad económica, social y medioambiental y por suponer un nicho de investigación.

La Infraestructura Verde gracias a su enfoque integrado, no solo presenta una contribución simultánea a la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, sino que también podría contribuir a orientar la

planificación de gran escala y el diseño urbano local para que las ciudades latinoamericanas sean más sostenibles y tengan más bienestar para sus ciudadanos.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración con el Área Metropolitana de Bucaramanga y la Universidad de Santo Tomás de Colombia por la colaboración internacional conjunta en el desarrollo del Plan Piloto para el Valle de Guatiguará, dentro del Convenio de Asociación 00327 de 2018 y desarrollado en 2019.

## Referencias

Acsehrad, H. (1999). Sustentabilidad y ciudad. *Revista EURE – Revista de Estudios Urbano Regionales* (Santiago), 25(74), pp. 36-46. <https://doi.org/10.4067/S0250-71611999007400003>

Andrade, G. I., Remolina, F., & Wiesner, D. (2013). Assembling the pieces: a framework for the integration of multi-functional ecological main structure in the emerging urban region of Bogotá, Colombia. *Urban ecosystems*, 16, pp. 723.

Anguelovski, I., Connolly J., & Livia Brand A. (2018). From landscapes of utopia to the margins of the green urban life. *City*, 22(3), pp. 417-436. <https://doi.org/10.1080/13604813.2018.1473126>

AquaFondo (2016) *SEDAPAL y AQUAFONDO firman alianza para la recuperación ecológica de ríos Rímac, Chillón y Lurín*. Recuperado el 18 de marzo de 2022, de <http://aquafondo.org.pe/sedapal-y-aquafondo-buscan-recuperacion-ecologica-de-rios-rimac-chillon-y-lurin/>

Área Metropolitana de Bucaramanga, Universidad Santo Tomás & Moneo Brock (2020). Proyecto piloto de nueva centralidad urbana en el territorio metropolitano. Convenio de Asociación 327/2018 (pp. 39-114). Disponible en: <https://www.amb.gov.co/planificacion-de-nuevas-centralidades-en-el-territorio-metropolitano/> Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). “Parques Metropolitanos”. En *Planes y Proyectos*. Recuperado el 19 de mayo de 2020, de <https://www.amb.gov.co/parques-metropolitanos-3/>

Ayuntamiento de Barcelona (2013). *Plan del verde y de la biodiversidad de Barcelona 2020*. Barcelona: Medio Ambiente y Servicios Urbanos – Hábitat Urbano, Ayuntamiento de Barcelona. Recuperado de [https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde\\_2020.pdf](https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf)

Berlin (1990). *A green city center. BAF: Biotope area factor*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de <https://www.berlin.de/sen/uvk/en/nature-and-green/landscape-planning/baf-biotope-area-factor/>

Breen A., Giannotti E., Flores Molina M. & Vásquez A. (2020). From ‘Government to Governance’? A Systematic Literature Review of Research for Urban Green Infrastructure Management in Latin America. *Frontiers in Sustainable Cities*, 29. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.572360> Bruxelles Environment (2016). *Le plan Nature*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de <https://environnement.brussels/thematiques/espaces-verts-et-biodiversite/action-de-la-region/le-plan-nature>

Buenos Aires Ciudad (2009). Plan de acción contra el cambio climático Buenos Aires 2030. Recuperado el 26 de julio de 2022, de [https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)

Carrión, F., & Dammert, M. (2016). “Los estudios urbanos en América Latina: un espejo donde mirarse”, en P. Metzger, J. Rebotier, J. Robert, P. Urquieta, y P. Vega (Editores), *La cuestión urbana en la región andina: miradas sobre la investigación y la formación*. pp. 241–280. Quito: Babel.

Centro de Estudios Ambientales (CEA) (2014). *La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz*. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Recuperado el 20 de mayo de 2020, de <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>

Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina (CODS) (2019). Recuperado el 20 de mayo 2020, de <https://cods.uniandes.edu.co/sobre-el-cods/>

Chicago Wilderness (1994). *Biodiversity Recovery Plan*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.chicagowilderness.org](http://www.chicagowilderness.org)

City of Portland (2008). *Grey to Green. Environmental Services*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de <https://www.portlandoregon.gov/bes/47203>

- Colonia (2010). *Regionale 2010 in der Region Köln/Bonn*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.regionale2010.de](http://www.regionale2010.de)
- Comisión Europea (s.f.). *Las formas y funciones de la infraestructura verde*. Recuperado el 18 de agosto de 2021, de [https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/benefits/index\\_en.htm?etrans=es](https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/benefits/index_en.htm?etrans=es)
- Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia de São Paulo (2011). *Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. São Paulo*. Recuperado el 29 de julio de 2022, de [https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/saopaulo\\_diretrizes.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/saopaulo_diretrizes.pdf)
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) (2009). *Resolución 1294. Diario Oficial No. 47.585 de 7 de enero de 2010*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/117531190/RESOLUCION-1294-2009-CDMB>
- Curaduría Urbana No.1 de Piedecuesta (2003). Acuerdo No.028 de 2003. Recuperado el 29 de julio de 2022, de <https://www.curaduria1piedecuesta.com/acuerdo-no-028-de-2003/>
- De Lucio, J. V. (2016). Infraestructura verde urbana. *Ambienta: La revista del Ministerio Medio Ambiente*, no. 115, 60-75.
- Díaz Garrido, M. (2010). Pensamiento visual en Patrick Geddes. *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 22(29), pp. 256-265. doi: <https://doi.org/10.4995/ega.2017.7374>
- Estocolmo (2018). *RUFS 2050 - Plan de desarrollo regional para la región de Estocolmo*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.tmr.sll.se](http://www.tmr.sll.se)
- FAO (2015). *Los bosques y suelos forestales contribuyen de manera esencial a la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial. 2015 Año internacional de los suelos*. Recuperado el 19 de agosto de 2021, de <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>
- FAO (2018). Quito: participatory urban agricultural project (AGRUPAR). *Plataforma de Acciones en Alimentación Urbana*. Recuperado de <http://www.fao.org/urban-food-actions/knowledge-products/resources-detail/es/c/1146764/>
- FAO (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. Recuperado el 18 de mayo de 2020, de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- Geddes, P. (1923). La sección del valle desde las colinas hasta el mar. En *La Reina Roja. Boletín CF+S*, 45, pp. 131-136. Recuperado de <http://polired.upm.es/index.php/boletincfs/article/view/2685>
- Gobierno Vasco (2019). *Directrices de Ordenación Territorial (DOT) de la CAPV*. Decreto 128/2019, de 30 de julio. Recuperado de <https://www.euskadi.eus/directrices-de-ordenacion-territorial-dot/web01-a2lurral/es/>
- Hamburgo (1985). *Grünes Netz Hamburg*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.hamburg.de/grunesnetz](http://www.hamburg.de/grunesnetz)
- Higueras García, E. (2006). *Urbanismo Bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Lezama, J.L., & Domínguez, J. (2006) Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de Población*, 12(49), pp. 153- 176. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11204906>
- Mayor of London (2012). *All London Green Grid*. Recuperado el 22 de octubre de 2019 de [www.london.gov.uk](http://www.london.gov.uk)
- Municipalidad Metropolitana de Lima (2015) "Estrategia de Adaptación al Cambio Climático Provincia de Lima. Estrategia C. Lima". El Peruano. Ordenanza municipal 1836. Recuperado el 26 de julio de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estrategia-adaptacion-acciones-mitigacion-provincia-lima-cambio>
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Recuperado el 26 de julio de 2022, de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- ONU-Habitat (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Habitat III, Naciones Unidas. ISBN: 978-92-1-132736-6
- Ontario (2005). *Greenbelt Act*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.greenbelt.ca](http://www.greenbelt.ca)
- Ottawa (2013). *Greenbelt Master Plan*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de [www.ncc-ccn.gc.ca](http://www.ncc-ccn.gc.ca)

- Raymond, C., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Razvan, Nita M., Geneletti, D., & Calfapietrahi, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*. Vol. 77, 15-24. doi: 10.1016/j.envsci.2017.07.008
- Rio Prefeitura Meio Ambiente y Centro Clima (2015). Inventário das emissões de gases de efeito estufa da cidade do Rio de Janeiro e atualização do plano de ação municipal para redução das emissões. Relatório Completo do Inventário de Emissões e Plano de Ação. Recuperado el 26 de julio de 2022, de <http://rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/9857523/4243419/InventariodeEmissoesdeGasesdeEfeitoEstufa2015.pdf>
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (2014). *Bogotá Construcción Sostenible*. Recuperado el 26 de julio de 2022, de <https://ambientebogota.gov.co/bogota-construccion-sostenible>
- Seto, K., Parnel, S., & Elmqvist, T. (2013). "A global outlook on urbanization" en T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P. Marcotullio, R. McDonald, S. Parnell, M. Schewenius, M. Sendstad, K. Seto y C. Wilkinson (Editores). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities* (pp. 1–12). Springer.
- Silva R. et al. (2017) *Coastal risk mitigation by green infrastructure in Latin America*, Ed. *Maritime Engineering*, 170(2), pp. 39-54.
- Sudipto, R., Jason B. & Pickering C. (2012) A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), pp. 351-363. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- Unión Europea (2009). *Libro Blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación*. Bruselas, COM (2009) 147 final.
- Unión Europea (2010). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. Bruselas, COM (2011) 244 final.
- Unión Europea (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*. <https://doi.org/10.2779/2738>
- Valladares F., Gil P., & Forner A. (coord.) (2017). *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Madrid: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Vargas Cáceres L. (2017). *Valoración de los posibles impactos territoriales del macroproyecto Pienta y propuesta de un modelo de ocupación del territorio a partir de unidades del paisaje en el valle de Guatiguará del municipio de Piedecuesta*. Proyecto de grado para optar al grado de Magister en Ordenamiento Territorial. Director Rueda Gómez N.J. Universidad Santo Tomás Bucaramanga. Recuperado de: <https://1library.co/document/4yr19jvq-valoraci%C3%B3n-territoriales-propuesta-ocupaci%C3%B3n-territorio-guatiguar%C3%A1-municipio-piedecuesta.html>
- 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". *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, pp. 63–86.
- 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, pp. 1410-1416. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.602>
- Vásquez A., Giannotti E., Galdámez E., Velásquez P. & Devoto C. (2019) "Green Infrastructure Planning to Tackle Climate Change in Latin American Cities". En Henríquez C., & Romero H. (Editores) *Urban Climates in Latin America*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4_13)
- Velasco Rodríguez et al. (2014). *Programa de Acción Climática Ciudad de México 2014–2020*. Recuperado el 26 de julio de 2022, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164914/PACCM-2014-2020completo.pdf>

---

**Editor responsable: Luis Alberto Salinas Arrota**

Recibido: 15-Oct-2021

Aprobado: 19-May-2022