

## PAISAJE EN EL DESIERTO DE LA COSTA NORPERUANA: DESAFÍOS Y EL CASO DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE PIURA

### LANDSCAPE IN THE DESERT OF NORTHERN COASTAL PERU: CHALLENGES AND THE CASE STUDY OF THE CITY OF PIURA

DOI: [10.47796/ra.2024i26.1041](https://doi.org/10.47796/ra.2024i26.1041)

PRESENTADO : 28.09.24  
ACEPTADO : 22.10.24

STELLA SCHROEDER<sup>1</sup>  
Universidad San Sebastián, Concepción – Chile  
Orcid: [0000-0001-8591-2719](https://orcid.org/0000-0001-8591-2719)  
[stella.schroeder@gmx.de](mailto:stella.schroeder@gmx.de)

ROSSANA POBLETE ALEGRE<sup>2</sup>  
Independiente Arquitecto y Emprendedor Social, Berlín – Alemania,  
[rpoblet09@gmail.com](mailto:rpoblet09@gmail.com)

#### RESUMEN

La urbanización ha impulsado el desarrollo económico y mejorado la calidad de vida, pero también ha generado problemas ambientales como la contaminación y una gestión inadecuada del agua. Este artículo explora el paisaje del desierto costero norperuano y los desafíos hídricos que enfrenta, especialmente en Piura, una de las regiones más afectadas por la escasez de agua. Con el objetivo de proponer soluciones para una gestión integrada y sostenible del agua, este trabajo —que se basa en investigaciones realizadas con alumnos de arquitectura de la Universidad de Piura— analiza la implementación de conceptos como Infraestructura Ecológica (IE), Diseño Urbano Sensible al Agua (DUSA) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) en los espacios

#### ABSTRACT

Urbanization has driven economic development and improved quality of life, but it has also generated environmental problems such as pollution and inadequate water management. This article explores the landscape of the northern coastal desert of Peru and the water challenges it faces, particularly in Piura, one of the regions most affected by water scarcity. Aiming to propose solutions for integrated and sustainable water management, this work, based on research conducted with architecture students from the University of Piura, analyzes the implementation of concepts such as Ecological Infrastructure (EI), Water-Sensitive Urban Design (WSUD), and Nature-Based Solutions (NbS) in the city's public spaces. These strategies seek to overcome recurring

<sup>1</sup> Geógrafa Urbana de la Universidad de Bremen (Alemania), completó una maestría en Desarrollo Urbano y Diseño Urbano en la Universidad HafenCity de Hamburgo (Alemania). Además, posee un doctorado en Urbanismo de la Universidad del BíoBío en Concepción (Chile). Actualmente, es la Coordinadora Académica de Arquitectura en la Universidad San Sebastián (Concepción, Chile) y desempeña el papel de coordinadora general del proyecto POLIS (Nuevos Paradigmas de Sostenibilidad para Ciudades Inclusivas e Inteligentes en América Latina), financiado por la Unión Europea.

<sup>2</sup> Arquitecta de la Universidad Ricardo Palma (Perú). Posee un máster en Renovación Urbana de la Universidad Nacional de Ingeniería (Perú), así como un MUNDUS URBANO MASTER en Cooperación Internacional y Desarrollo Urbano de la TU Darmstadt (Alemania) y un MUNDUS URBANO MASTER en Cooperación Internacional y Arquitectura de Emergencia Sostenible de la Universidad Internacional de Catalunya, Barcelona (España). Ha trabajado como asesora y líder de proyectos en la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ), en ONU-Hábitat y en LandNetwork GmbH.

públicos de la ciudad. Estas estrategias buscan superar los riesgos hídricos recurrentes, maximizar el uso eficiente del agua y mejorar la gestión de aguas residuales, de lluvia y subterráneas, contribuyendo a la salud y el bienestar humano. Una propuesta hidrosensible puede ser clave para transformar la ciudad en un espacio sostenible y resiliente.

**Palabras claves:** Tierras secas, paisaje urbano, infraestructura ecológica, diseño urbano sensible al agua.

## INTRODUCCIÓN

Las tierras secas representan el 41 % del área global y albergan aproximadamente el 30 % de la población mundial (United Nations, 2011). De hecho, el 70 % de quienes habitan en estas regiones viven en ciudades. Aunque la urbanización ha impulsado significativamente el desarrollo económico y ha mejorado la calidad de vida, también ha traído consigo numerosos desafíos ambientales, como la contaminación del aire, las inundaciones y las olas de calor (Bai et al., 2017; Çetin, 2019). Esto requiere adoptar una visión integral que trascienda lo técnico-operativo, y que incluya dimensiones culturales y ambientales (Bélanger, 2009). En particular, es fundamental adoptar un enfoque holístico en la gestión de aguas urbanas, viéndolos como sistemas socioecológicos complejos. Esta perspectiva fomenta un diseño paisajístico más adecuado para abordar vulnerabilidades y desastres. Desde este enfoque, el paisaje se considera una infraestructura del territorio que genera capacidades adaptativas a través de proyectos que conectan sistemas naturales y humanos, permitiendo su evolución y el desarrollo de programas flexibles que reflejan valores estéticos y culturales (Moreno, 2018). Así, el paisaje se convierte en un campo

operativo que define y sostiene el desarrollo urbano, utilizando procesos ecológicos y económicos como herramientas de diseño. En este contexto, soluciones que emplean sistemas naturales y se fundamentan en conceptos como el capital natural (Guerry et al., 2015) y los servicios ecosistémicos verdes están ganando popularidad entre los profesionales del entorno construido y los responsables políticos (Cortinovis y Geneletti, 2018).

**Keywords:** drylands, urban landscape, ecological infrastructure, water-sensitive urban design.

operativo que define y sostiene el desarrollo urbano, utilizando procesos ecológicos y económicos como herramientas de diseño. En este contexto, soluciones que emplean sistemas naturales y se fundamentan en conceptos como el capital natural (Guerry et al., 2015) y los servicios ecosistémicos verdes están ganando popularidad entre los profesionales del entorno construido y los responsables políticos (Cortinovis y Geneletti, 2018).

Conceptos emergentes como la Silvicultura Urbana (SU), la Adaptación Basada en Ecosistemas (ABE), los Servicios de los Ecosistemas Urbanos (SEU), la Infraestructura Verde (IV) y las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) han cobrado relevancia en el debate académico y en el desarrollo de políticas (Escobedo, Giannico, Jim, Sanesi y Laforteza, 2019). En particular, la IV y las SBN se discuten ampliamente y se aplican cada vez más en contextos de planificación y práctica urbana (Raymond et al., 2017). Estos conceptos poseen un gran potencial para informar e impulsar la sostenibilidad urbana.

Las SBN son un término general que abarca enfoques de manejo de ecosistemas integrados para la gestión sostenible del agua

(Somarakis, Stagakis y Chrysoulakis, 2019). Una gestión integrada del agua proporciona un marco y objetivo para planificar, diseñar y gestionar sistemas urbanos hacia un paisaje urbano-rural mixto más sostenible desde los puntos de vista económico, social y ambiental (Loucks y van Beek, 2017). Por lo tanto, es crucial que la gestión del agua urbana sea parte integral de la planificación urbana (WWAP, 2018). Este enfoque busca ofrecer soluciones concretas, en lugar de meras ideas generales, para enfrentar los desafíos sociales, como la urbanización (Laforteza y Sanesi, 2019). Se refiere a acciones que utilizan la naturaleza urbana para abordar problemas ambientales y sociales, promoviendo un enfoque orientado a soluciones que aplica la sabiduría ecológica para los retos de sostenibilidad (Eggermont et al., 2015). Estas soluciones incorporan la naturaleza y procesos naturales en ciudades, paisajes y entornos marinos, a través de intervenciones adaptadas localmente, eficientes en recursos y sistémicas (Cecchi, 2015).

El Diseño Urbano Sensible al Agua (DUSA) es un ejemplo de cómo se aplica el paradigma del paisaje como infraestructura. Se trata de una cooperación interdisciplinaria que integra la gestión del agua, el diseño urbano y la planificación del paisaje. El DUSA considera todas las partes del ciclo urbano del agua y combina la funcionalidad de la gestión hídrica con los principios del diseño urbano (Hoyer, Dickhaut, Kronawitter y Weber, 2011). Desarrollado originalmente en Australia en los años 90 como respuesta a los desafíos hídricos (Radcliffe, 2019), este diseño abarca técnicas que pueden abordar problemas urbanos relacionados con el agua, tales como mejorar la eficiencia del uso del agua, implementar estrategias de reducción de la demanda y proteger humedales naturales en entornos urbanos (Australian Capital Territory, 2014).

La motivación detrás del DUSA es minimizar los impactos ambientales de la

urbanización mediante la integración del diseño urbano con procesos ecológicos para proteger y conservar el agua (Lloyd, 2001). Entre sus medidas se incluyen la protección de vías fluviales, técnicas de filtración y retención para mejorar la calidad del agua, la reducción del consumo de agua potable, la maximización de la reutilización del agua y la disminución de la descarga de aguas residuales. Además, busca reducir la escorrentía de aguas pluviales, minimizar la contaminación y proteger aguas subterráneas (Hoyer et al., 2011; JSCWSC, 2009). Muchos elementos del DUSA comparten un enfoque común en diseño y operación, con variaciones en su escala (Wong, 2006). Esta práctica mejora la estética a través de mayor vegetación, elementos acuáticos y paisajismo, incorporando corredores de uso múltiple que contribuyen a la comodidad visual y recreativa de áreas urbanas (Barraclough y Lucey, 2008; Melbourne Water, 2013).

El enfoque de paisaje sensible al agua busca un uso óptimo de recursos hídricos a través de un diseño y planificación cuidadosos (Brown, 2007). Sin embargo, su implementación sigue siendo marginal, ya que la mayoría de las inversiones se destinan a proyectos de infraestructura tradicional. Por ello, es crucial fomentar una mayor adopción de soluciones ecológicas en entornos urbanos, equilibrando inversiones entre Infraestructura Ecológica (IE) y gris para aprovechar sus fortalezas complementarias y ofrecer soluciones sostenibles a largo plazo.

Perú posee un extenso territorio desértico a lo largo de su costa, que se extiende desde Piura, en el norte, hasta la frontera con Chile, en el sur, y abarca aproximadamente el 12 % del territorio nacional (INEI, 2014). La escasez de agua se ha convertido en un problema apremiante, especialmente en los últimos años debido a la rápida urbanización y conflictos crecientes por el acceso y distribución de este recurso.

Preocupadas por esta situación, las autoridades locales han optado por reducir los espacios verdes, argumentando que mantener una apariencia frondosa requiere una fuerte explotación de los limitados recursos hídricos. Sin embargo, esta medida podría tener consecuencias negativas en lo ambiental, social y económico. La dependencia de caudales provenientes de regiones montañosas coloca al país en una situación delicada ante la posibilidad de una disminución del flujo de ríos.

Piura, la segunda región más poblada del Perú, se encuentra en un contexto de microclima desértico y es una de las más afectadas por fenómenos climáticos costeros. Las intervenciones humanas en el ciclo hidrológico han aumentado la vulnerabilidad de la región, lo que ha producido inundaciones y sequías que impactan fuertemente en los sistemas sociales, ecológicos y económicos. La región se caracteriza por alta pobreza, enfermedades crónicas y estancamiento en su desarrollo, en parte debido a factores relacionados con el desierto, el agua y fenómenos climáticos extremos como El Niño y La Niña (Fernández et al., 2021). Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, hay una probabilidad creciente de que la intensidad de estos eventos aumente en el futuro (SENAMHI, 2005).

El río Piura, que atraviesa la capital de la región, carece de infraestructura adecuada para regular su flujo y drenaje; mientras que la deforestación y el desarrollo urbano descontrolado incrementan los niveles de vulnerabilidad, con pérdidas humanas y económicas. En este contexto, es fundamental encontrar soluciones efectivas para abordar la escasez de agua.

Este artículo tiene como objetivo proponer soluciones para una gestión integrada y sostenible del agua. Se basa en soluciones de investigación-acción realizadas con estudiantes

de arquitectura de la Universidad de Piura y analiza las posibilidades de la región mediante la implementación de conceptos como IE, DUSA y SBN en los espacios públicos de la ciudad. Estas estrategias buscan mitigar los riesgos hídricos recurrentes, maximizar el uso eficiente del agua y mejorar la gestión de todas las aguas (residuales, de lluvia, subterráneas), contribuyendo así a la salud y el bienestar humano.

Con un enfoque interdisciplinario, la asignatura de Urbanismo II del cuarto año de la carrera presentó los principios básicos de ecología urbana y diseño de ecosistemas aplicados a entornos urbanos. Junto con los estudiantes, se analizó cómo entender las ciudades como ecosistemas dinámicos y cómo integrar principios ecológicos en la planificación urbana y paisajística. A través del estudio de la situación de la ciudad, se buscó gestionar el territorio de manera holística, dando así el primer paso para convertir a Piura en una ciudad resiliente que supere su vulnerabilidad actual. Este artículo presenta dos soluciones concretas desarrolladas en la asignatura como ejemplos para una gestión integrada y sostenible, reduciendo la vulnerabilidad ante futuros fenómenos y mejorando los espacios urbanos para su uso cotidiano.

## ÁMBITO DEL TRABAJO

Piura está ubicada en la franja costera desértica al norte del Perú (-5.1971792, -80.6262747). La ciudad presenta un clima árido, con temperaturas anuales promedio que oscilan entre los 24 °C y 30 °C, siendo más cálidas de diciembre a marzo. La precipitación se concentra de enero a marzo, con promedios de 50 a 100 mm al mes, mientras que de mayo a noviembre las lluvias son escasas. Esta distribución climática convierte a Piura en una de las ciudades más secas del Perú. Con aproximadamente 547 184 habitantes, es la quinta ciudad más grande del país (INEI, 2017).



Como capital de la región, Piura crea un importante puente de conexión entre zonas rurales y urbanas.

Desde la década de 1960, el crecimiento de la ciudad ha sido principalmente impulsado por la migración campo-ciudad. A lo largo de diferentes fases, la forma urbana ha experimentado un crecimiento motivado por la necesidad de vivienda. Las diferencias físicas en las construcciones son el resultado de subdivisiones de terrenos rústicos, donde la

autoconstrucción se ha llevado a cabo en gran medida sin las autorizaciones legales correspondientes. En el último período, el crecimiento hacia el sur de la ciudad se ha limitado a consolidar la ocupación de los asentamientos humanos (AA. HH.), sin proporcionar la infraestructura necesaria, como servicios básicos y espacios abiertos. La Figura 1 muestra la ubicación y una fotografía satelital de la región de Piura, en la que se observa, en color claro, la región desértica costera.

**Figura 1**

*Fotografía satelital de la región de Piura*



**Nota:** Se muestra una fotografía satelital de la región de Piura en la que se observa, de color claro, la región desértica costera. Fuente: Google Earth (2024).

La ecorregión cuenta con extensas áreas cubiertas por bosques secos estacionales que florecen durante la temporada de lluvias. Estos bosques están compuestos por especies adaptadas a las condiciones extremadamente áridas de la estación seca. La vegetación de esta área desempeña un papel crucial en el control del avance hacia el norte del desierto de Sechura. Por lo tanto, la conservación de la vegetación en esta ecorregión es un

componente esencial del esfuerzo global contra la desertificación.

### Recursos de agua en Piura

El río Piura desciende directamente de la zona alta de la región, atravesando valles fértiles agrícolas hasta llegar al desierto de Sechura. La cuenca del río Piura tiene un área total de 12,216 km<sup>2</sup>. Este río transporta agua durante la

temporada de lluvias, pero puede secarse rápidamente y permanecer así durante gran parte del año, sin desembocar en el mar, formando en su lugar una laguna que crece o se reduce según las precipitaciones estivales. Alrededor de la ciudad, existen diversos entornos naturales relacionados con el agua, como el propio río, oasis, estuarios, manglares y bocatomas.

Al observar la imagen aérea de Piura, se puede ver claramente la alta proporción de desierto y la franja de tierra fértil. Al ser una fuente importante de agua para la región, se han construido varias obras hidráulicas a lo largo del tiempo, destinadas a la agricultura (presas, canales, desagües), la comunicación (líneas eléctricas), el transporte (puentes) y la protección contra inundaciones (relleno de roca, diques, rompeolas, terraplenes reforzados, gaviones), entre otros.

El Canal Daniel Escobar transporta las aguas del río Chira desde el reservorio de Poechos (un embalse ubicado en la zona fronteriza entre Perú y Ecuador) hasta el río Piura, asegurando así el suministro de agua para la región. El Canal Biaggio Arbulú, que conecta con el río Piura, transporta el agua hasta los valles Medio y Bajo. Además, hay una red de drenajes abiertos diseñados para manejar las aguas excedentes de la agricultura en los valles del medio y bajo Piura.

Las localidades en la cuenca del río Piura se abastecen de agua potable gracias a las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, la gestión del agua en toda la región es muy deficiente, lo que impide un abastecimiento equitativo para todos sus habitantes y para el riego de las pocas áreas verdes en la ciudad. Muchos de estos espacios verdes, creados artificialmente, consumen grandes cantidades de agua potable, mientras que muchas personas de la ciudad no tienen acceso a la red pública; este problema también se presenta en otras ciudades del país.

Actualmente, las aguas del río Piura se encuentran en un estado de contaminación debido a las descargas de aguas residuales domésticas y químicas que se vierten continuamente sin tratamiento adecuado o con tratamiento deficiente. Además, el agua potable proveniente de la red pública que también se utiliza para regar áreas verdes.

La Figura 2 muestra las fuentes de aguas superficiales y su red de conexión en la ciudad de Piura.

### Espacio público abierto en Piura

La ciudad cuenta con aproximadamente 1.2 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante (Zucchetti & Freundt, 2018). Según el Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano al 2032, Piura tiene alrededor de 425 espacios considerados como parques (Municipalidad Provincial de Piura, 2014). Estos espacios incluyen ecosistemas naturales y artificiales que funcionan simultáneamente como infraestructuras dentro de la ciudad, presentando un gran potencial para su integración en la estructura urbana. Sin embargo, solo algunos de ellos cumplen funciones ambientales.

La Figura 3 presenta los espacios públicos abiertos de la ciudad, clasificados según las categorías definidas por Schroeder y Coello (2020). Según esta clasificación, las plazas se encuentran en zonas céntricas y facilitan la vida comunitaria. Los parques vecinales constituyen la unidad básica de parques, y ofrecen espacios abiertos que incluyen áreas de juego y zonas verdes, lo que permite diversas actividades. Las plataformas son, por lo general, áreas vacías con una base de concreto multifuncional, típicamente desprovistas de mobiliario y con escasa vegetación. El malecón se caracteriza por ser un recorrido lineal que conecta la ciudad con el agua. Por último, las áreas de recursos naturales son terrenos reservados para la preservación de recursos naturales significativos o paisajes remanentes.

**Figura 2***Mapa de las fuentes de agua superficiales de la ciudad de Piura*

**Nota:** Elaboración propia con base en el Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano al 2032 (Municipalidad Provincial de Piura, 2014)

**Figura 3***Mapa de espacios abiertos públicos de la ciudad de Piura*

**Nota:** Elaboración propia con base en el estudio de Schroeder y Coello (2020).



De acuerdo con ese mismo estudio, la situación en Piura indica que el problema no radica en la falta de espacios públicos abiertos, sino en que los existentes no están adecuadamente habilitados para su uso. En cada sector de la localidad, se observan amplios espacios que no se aprovechan, muchos de los cuales son solo pequeñas parcelas de terreno descuidadas. Hay numerosos espacios vacíos que carecen de mobiliario y sombra, o que solo disponen de una plataforma de concreto para deportes. Estos lugares están deteriorados y suelen estar marcados por la contaminación visual y ambiental, además de generar una sensación de inseguridad en los ciudadanos. Una característica común en estas zonas es la falta de espacios públicos que fomenten la vida comunitaria, algo que solo se puede encontrar en las plazas y parques del centro de la ciudad.

## MATERIALES Y MÉTODO

La metodología se basa en un enfoque interdisciplinario que incluye estrategias de debate, exposición y prácticas de campo, desarrollado en la asignatura de Urbanismo II de la carrera de arquitectura. En una etapa inicial, se introducen diversas teorías que buscan reorientar la planificación y el diseño del paisaje, enfocándose en la creación de sistemas de IE, en lugar de limitarse a producir imágenes de paisajes estéticamente atractivos y lujosos. Ante los desafíos contemporáneos del desarrollo urbano y la infraestructura, la asignatura integra una serie de conceptos y teorías innovadoras para explorar métodos, modelos de diseño ecológico que combinan paisaje e infraestructura para el siglo XXI. Se revisan diversas estrategias y soluciones que se ajustan a las necesidades actuales, considerando sus beneficios sociales, económicos y ambientales. El enfoque se centra en soluciones urbanísticas que integren de manera efectiva la gestión del agua.

En la primera fase del proyecto de diseño, los estudiantes realizan un análisis a

diferentes escalas, desde la escala de cuenca del río Piura hasta la escala de proyecto puntual, centrándose particularmente en la cuenca baja y la zona urbana. Los resultados de estos análisis se documentan en el folleto Atlas de los paisajes del río Piura (Poblet y Schroeder, 2019). Durante esta etapa, se llevan a cabo salidas de campo para realizar un mapeo detallado. Este mapeo tiene como objetivo identificar diferentes situaciones de espacios abiertos que puedan ser potencialmente transformados mediante la implementación de IE. Además, este proceso incluye un análisis del contexto y las necesidades actuales del área de estudio, lo que permite generar y evaluar diversas propuestas de solución que abordan los desafíos identificados.

En la siguiente fase, los estudiantes seleccionan un área piloto para conceptualizar una propuesta de planificación y/o diseño en lugares específicos, yendo más allá de un simple diseño del parque, y centrándose en su funcionalidad. Se plantea la pregunta: ¿de qué manera puede un parque fluvial integrar los procesos ecológicos naturales, las funciones productivas y la experiencia cultural del agua en la ciudad, al mismo tiempo que contribuye al adecuado funcionamiento del sistema de infraestructura hídrica de Piura? En total, se desarrollan ocho propuestas estratégicas para la zona urbana de Piura. Los resultados de este trabajo se presentan en dos propuestas ejemplares que consideran tanto la gestión del agua como los aspectos sociales, buscando un equilibrio entre funcionalidad y bienestar comunitario.

## RESULTADOS: SOLUCIONES SENSIBLES AL AGUA ESPECÍFICAS DEL CONTEXTO EN PIURA

Esta sección de resultados muestra cómo el diseño urbano sensible al agua puede aplicarse en diversas situaciones urbanas en la ciudad de Piura. La estrategia para reducir la vulnerabilidad e inducir la resiliencia urbana, tanto actual como futura, sugiere la



regeneración de sistemas alterados a diferentes escalas espaciales y temporales.

Ante las diversas características urbanas e hidrológicas de Piura, la Figura 4 presenta retratos de distintas situaciones urbanas que ilustran sus características actuales y un posible desarrollo futuro sensible al agua, conectando las escalas de recomendación para las SBN. Los

espacios se definen por las diferencias en aspectos hidrológicos, incluida la disponibilidad de fuentes de agua, el estado de la infraestructura hídrica y la estructura urbana, que abarca el nivel de consolidación, los tipos de espacios abiertos y sus condiciones. Para aplicar un DUSA, es necesario estudiar las fuentes de agua, la estructura urbana y la geomorfología de cada situación.

#### Figura 4

*Situaciones de espacios abiertos para una infraestructura ecológica*



Ante las diversas características urbanas e hidrológicas de Piura, a continuación se presentan dos situaciones urbanas ejemplares con un posible desarrollo futuro sensible al agua. Las medidas propuestas integran el tratamiento de aguas residuales, la creación de áreas verdes y la promoción de la recreación. Aunque cada propuesta es específica para su respectivo caso, su objetivo es proporcionar un enfoque integrado a la planificación ecológica, el diseño y la gestión de espacios abiertos urbanos, con el fin de mejorar la calidad de vida en las ciudades contemporáneas.

#### **A. Ecosistemas resilientes: parque inundable como defensa ribereña y solución verde para Piura**

La propuesta se ubica en el sector sur del centro de la ciudad, una zona que enfrenta diversos desafíos urbanos. Uno de los principales problemas es un descampado utilizado como vertedero, que contamina el río Piura y afecta la salud de los residentes. Además, muchas viviendas carecen de acceso a agua potable, lo que empeora las condiciones de vida. La infraestructura es precaria y faltan

espacios que fomenten la integración social, lo que limita la cohesión comunitaria. El comercio ambulante también contribuye a la contaminación, generando un ambiente insalubre y malos olores. Por último, los terrenos baldíos aumentan la sensación de inseguridad, desaprovechando el potencial paisajístico de la zona.

El concepto de la propuesta (ver Figura 5) se fundamenta en el escurrimiento superficial de las aguas, integrando canales abiertos, zonas con lagunas permanentes y amplios parques. La ribera del río, actualmente cubierta por una densa maleza, se transformará en un ecosistema adaptado al clima de Piura. Se prevé sembrar árboles de gran porte y bajo requerimiento hídrico, que no solo servirán como defensa ribereña, sino que también crearán un paisaje atractivo y sostenible.

Una de las principales características de esta intervención es la creación de un parque inundable, diseñado para actuar como una defensa natural contra fenómenos climáticos (ver Figura 6). Este parque no solo protegerá a las comunidades circundantes, sino que

también transformará el actual vertedero en un espacio recreativo y un pulmón verde para la ciudad. Esta transformación contribuirá a reducir la contaminación y las enfermedades vinculadas a la situación actual.

Además, se propone establecer un área dedicada al reciclaje de residuos orgánicos para la producción de compost. Esta iniciativa utilizará como fuente principal los desechos generados en los lugares contaminados, lo que permitirá una gestión eficiente de los residuos y su reutilización en la proyección de un biohuerto (ver Figura 7).

El proyecto del biohuerto busca fomentar el ahorro de agua mediante técnicas de reciclaje y el uso de abono orgánico. Se planea implementar baños secos que generen compost valioso para el cultivo en el biohuerto, integrando un enfoque educativo y recreativo para los habitantes de la zona. Esto no solo mejorará la calidad del entorno, sino que también empoderará a la comunidad al proporcionarles herramientas para el manejo sostenible de sus recursos.

**Figura 5**  
*Concepto Propuesta Arquitectura Ecológica*



**Nota:** Elaborado por Andrea Fernanda Gómez Mercado & Maritza Alejandra Marena Carrasco (2018).



**Figura 6**

*Parque-Dique. Devolviendo espacio a las dinámicas del río.*



**Nota:** Elaboración: Andrea Fernanda Gómez Mercado & Maritza Alejandra Marena Carrasco (2018).

**Figura 7**



**Nota:** Elaborado por Andrea Fernanda Gómez Mercado & Maritza Alejandra Marena Carrasco (2018).

## B. Revitalización verde: creación de espacios abiertos y gestión del agua en el asentamiento humano El Indio.

La zona de estudio abarca la totalidad de los asentamientos humanos (en adelante, AA. HH.) El Indio y Las Brisas en el sur de la ciudad, con una superficie de 113 hectáreas y una población aproximada de 8400 habitantes. Esta área se localiza entre el canal Biaggio Arbulú y el Dren 1308, siendo una de las más afectadas en Castilla y enfrentando diversas dificultades que impactan la calidad de vida de sus residentes. Durante el fenómeno de El Niño en 2017, el sector fue uno de los más perjudicados por inundaciones de aguas pluviales, evidenciando la vulnerabilidad de la comunidad ante eventos climáticos extremos.

Una de las principales problemáticas es el Dren 1308, que ha sido utilizado como botadero y vertedero de aguas residuales. Esta situación ha llevado a la acumulación de desechos y a la contaminación del entorno, dado que el dren no recibe el mantenimiento adecuado.

El sector ha crecido de manera informal, sin planificación urbanística, lo que ha resultado en una ocupación desordenada del espacio. Esta falta de organización no solo agrava los problemas ambientales, sino que también dificulta el acceso a servicios básicos, como agua potable y saneamiento, afectando la salud y el bienestar de la comunidad.

La proximidad al canal de riego ofrece una valiosa oportunidad para revertir la desertificación y apoyar el desarrollo de nuevos asentamientos humanos que carecen de infraestructura básica, parques y áreas verdes. Esta propuesta busca transformar áreas de alto riesgo en espacios multifuncionales abiertos, lo que ayudará a mitigar inundaciones y proporcionar espacios seguros para la comunidad.

Además, se promoverá la preservación de tierras agrícolas y la implementación de un sistema sostenible para el ahorro y reutilización de agua. La reactivación de la infraestructura existente, como el dren actual, permitirá una mejor gestión del agua; mientras que la limpieza y conexión con el canal principal transformará su función, actuando tanto como dren como canal de riego. La creación de un nuevo canal o dren facilitará la evacuación de aguas pluviales y garantizará el abastecimiento de agua a los asentamientos cercanos, contribuyendo así a un desarrollo urbano más sostenible y resiliente.

La propuesta se basa en la utilización del agua de los canales cercanos y de la lluvia durante el verano, la cual pasará por un proceso de purificación antes de ser derivada a los canales y parques. Este tratamiento asegurará que el agua cumpla con los requisitos mínimos necesarios para el riego de plantas y cultivos. El sistema será autosuficiente, minimizando el consumo de energía y facilitando su mantenimiento.

Este proyecto se integra de manera efectiva con el entorno, generando una red de espacios abiertos al servicio de la comunidad. Se considera de mediana escala y beneficiará a los dos AA. HH.

Entre los nuevos espacios propuestos se incluye un parque central inundable que contará con una cancha deportiva, una plaza y áreas de juegos. Además, se establecerán biohuertos que fomentarán la activación económica entre los habitantes, promoviendo el cultivo de productos locales y la educación ambiental.

El parque principal no solo funcionará como un espacio recreativo, sino que también servirá como un centro de tratamiento de aguas, integrando la infraestructura hídrica con el diseño paisajístico. Este enfoque permitirá que el agua de los canales se utilice de manera eficiente, contribuyendo así a un desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los residentes.



**Figura 8**

Propuesta de reutilización de agua y solución ante inundación pluvial



**EDUCACIÓN AMBIENTAL**



- 1  
ÁREA RECREATIVA-EDUCACIONAL
- 2  
VIVERO
- 3  
HUMEDAL ARTIFICIAL

PROYECTO QUE CONCIENTIZA A LA POBLACIÓN EN EL USO Y TRATAMIENTO DEL AGUA. SE CREA UN BIOHUERTO PROMOVRIENDO EL USO DE ESPECIES VEGETALES DE POCO CONSUMO DE AGUA.



**EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**PARQUE PRINCIPAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS**



- 1  
LOSAS DEPORTIVAS
- 2  
PLAZA
- 3  
ÁREA DE JUEGOS
- 4  
HUMEDAL ARTIFICIAL

INTEGRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL AGUA Y EL DISEÑO DEL PAISAJE, CREANDO UN PARQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS, QUE UTILIZA EL AGUA DE LOS CANALES.



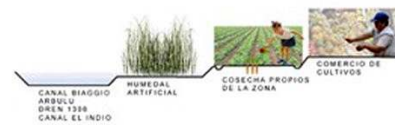
**PARQUE CENTRAL INUNDABLE**

**ACTIVACIÓN ECONÓMICA CON BIOHUERTO**



- 1  
ZONA DE ARBOLES FRUTALES
- 2  
ZONA FRUTOS AROMÁTICOS
- 3  
ZONA DE HORTALIZAS
- 4  
HUMEDAL ARTIFICIAL
- 5  
ZONA DE ABONOS Y SUSTRATOS

PROYECTO QUE USA LOS CANALES DE RIEGO COMO PRINCIPAL FUENTE DE AGUA Y CONSIDERA EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA, PROMOVRIENDO LA IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES QUE REPOTENCIALICEN LA ECONOMÍA.



**BIOHUERTO**

**Nota:** Elaboración: Mayra Alejandra Arroyo Anchante & Romina Fiorella Guerra Mauricio, 2018

## DISCUSIÓN: hacia una estrategia de infraestructura ecológica y planificación urbana sensible al agua

En las últimas décadas, se han realizado diversos llamados a una mejor coordinación en la gestión de los recursos urbanos, como la integración entre la gestión de la tierra y el agua (Mitchell, 2006), así como la adopción de enfoques que aborden de manera integral los diferentes tipos de agua, incluyendo las aguas pluviales y residuales (Nieuwenhuis, Cuppen, Langeveld y Bruijn, 2020). La gestión del agua sigue enfoques integrales que enfrentan incertidumbres adicionales en las interfaces de los distintos subsistemas que la componen. Aunque pocas ciudades han adoptado un enfoque verdaderamente holístico en este ámbito, algunos casos pioneros se encuentran principalmente en regiones áridas y semiáridas, donde los desafíos relacionados con el agua son más acuciantes.

Los retos que enfrenta Piura son similares a los de otras ciudades en el desierto. Comprender el potencial de los espacios abiertos es clave para desarrollar un nuevo enfoque en la planificación integral del uso del suelo y la gestión del agua mediante el diseño urbano. Una gestión adecuada del recurso hídrico puede orientar y dar forma al desarrollo futuro a través de un sistema de espacios abiertos multifuncionales que considere los ecosistemas, los ciclos ecológicos e hidrológicos, así como los aspectos sociales, culturales y económicos, y la provisión de servicios que benefician a la población.

El presente trabajo ha presentado posibles intervenciones a pequeña escala que favorecen un desarrollo futuro sensible al agua. Estas oportunidades para la cohesión social deben considerarse como parte de la infraestructura urbana. Las medidas propuestas integran el tratamiento de aguas residuales, la creación de áreas verdes y espacios recreativos.

Estos espacios abiertos multifuncionales pueden resistir las presiones de la urbanización y servir como protección para áreas vulnerables a ocupaciones, como las riberas de los ríos. Se puede establecer un sistema de espacios abiertos sensibles al agua que funcione como una IE de la ciudad, proporcionando ecosistemas y servicios esenciales. Esto se puede garantizar integrando las soluciones propuestas en los programas de infraestructura hídrica y en los planes de desarrollo territorial y paisajístico urbano.

Estudios de caso de Lima Metropolitana enfrentan desafíos similares relacionados con la cantidad y calidad del agua, así como la vulnerabilidad al cambio climático. La ciudad enfrenta la desertificación, que afecta la disponibilidad de agua al disminuir la capacidad de almacenamiento en el suelo y provocar la pérdida de agua de escorrentía que podría haberse utilizado durante las estaciones secas. Lima tiene un clima desértico y se considera la segunda capital más seca del mundo. La ciudad ha emprendido esfuerzos hacia un sistema sostenible de gestión del agua y una infraestructura verde (Barrett, 2017).

La Estrategia de IE de Lima (LEIS), desarrollada entre 2011 y 2014, buscó abordar la escasez de agua y las desigualdades en el acceso a servicios básicos, como el suministro de agua potable, el tratamiento de aguas residuales y el acceso a espacios verdes. Su objetivo fue integrar de manera participativa la planificación y el diseño urbano con la gestión del agua, apoyando así el ciclo urbano hídrico (Eisenberg, Nemcova, Poblet y Stokman, 2014). Esta estrategia incluye diversas herramientas para un DUSA, como el Manual LEIS, la Herramienta LEIS y los principios LEIS, aprobados por la Municipalidad Metropolitana de Lima y que deben considerarse en el futuro Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano. En Lima, se llevaron a cabo varios proyectos demostrativos para probar y perfeccionar la estrategia.

En este contexto, LEIS ha tenido un impacto positivo en el Plan de Desarrollo Regional Concertado de Lima 2012-2025 en áreas clave. Ha promovido la conservación y restauración de ecosistemas urbanos, facilitando un uso sostenible de los recursos y la recuperación de entornos degradados. Además, ha implementado iniciativas de adaptación al cambio climático, mejorando la resiliencia de la comunidad ante fenómenos extremos. Las estrategias basadas en ecosistemas han sido incorporadas en el PLANMET 2024 (Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima 2021-2040), ya que ofrecen servicios ambientales esenciales para el desarrollo y la sostenibilidad de la ciudad, integrando una gestión del agua que refuerza la estructura ecológica urbana.

Asimismo, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) ha lanzado un plan maestro multimillonario (2015-2040) para abordar las necesidades de agua y saneamiento en la ciudad, centrado en adaptar la infraestructura hídrica para enfrentar futuros aumentos en la demanda y la disminución de la disponibilidad de agua.

Impulsado por LEIS, el proyecto piloto "Parque-Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: Parque de los Niños" se ubica en la asociación de vivienda La Florida II, en Chuquitanta, San Martín de Porres, una zona afectada por la carencia de servicios básicos, agua potable y sistemas de saneamiento. Este parque integra la infraestructura del agua con el diseño paisajístico, creando un espacio que funciona como planta de tratamiento de aguas residuales. Este sistema purifica el agua del canal San José a través de procesos ecológicos, generando nuevas áreas urbanas verdes saludables que cumplen funciones recreativas y educativas para la comunidad (Miglio, Garcia y Poblet, 2017).

En el caso de Piura, la estrategia principal para el desarrollo urbano y los espacios abiertos

a corto plazo es recuperar los espacios abiertos existentes. Es fundamental asegurar las áreas de inundación del río mediante la creación de espacios abiertos multifuncionales (o de ribera multipropósito), con el fin de limitar la ocupación de áreas de riesgo a lo largo del río. Esto se puede lograr involucrando a la comunidad y a diferentes instituciones en la identificación y el uso de estos espacios abiertos marginados. Y esto puede vincularse también con asociaciones vecinales o comunitarias que puedan participar en la gestión y el rediseño sensible al agua de pequeños parques y espacios abiertos en toda la ciudad.

## CONCLUSIONES

La acelerada urbanización en Perú ha ejercido una fuerte presión sobre los recursos hídricos, lo que resalta la necesidad de abordar el uso del agua en los paisajes urbanos. El artículo enfatiza la importancia de adoptar enfoques integrados, basados en procesos ecológicos y sensibles al agua, para el diseño urbano y la gestión hídrica, especialmente en el contexto de regiones áridas que enfrentan una creciente escasez de agua, así como la recurrencia de lluvias y escorrentías que generan inundaciones y desastres. Estos fenómenos se evidencian en eventos como los ocurridos durante el fenómeno del Niño Costero (2016-2017) y el posterior Fenómeno del Niño, que provocó nuevamente el desborde del Río Piura en 2023.

El objetivo de este trabajo fue proponer soluciones para una gestión integrada y sostenible del agua. A través de toda la investigación-acción realizada con los estudiantes de arquitectura, este artículo propone soluciones para una gestión integrada y sostenible del agua mediante la implementación de conceptos como IE, DUSA y SBN en los espacios públicos abiertos de la ciudad de Piura. Se analiza cómo aplicar estas estrategias en los espacios públicos para



mejorar la gestión del agua y maximizar su uso eficiente. Así, este estudio representa un esfuerzo por recopilar conocimientos sobre las características de los paisajes sensibles al agua y su impacto en la preservación de la calidad del agua, así como en la minimización del consumo de agua potable.

El enfoque DUSA ha evolucionado de la mera gestión de aguas pluviales hacia un marco más amplio que integra la gestión integral de las aguas urbanas con las prácticas de urbanización y diseño. Este nuevo paradigma se centra en la integración a múltiples niveles, que abarca la gestión conjunta del agua potable, aguas residuales y pluviales; la incorporación de la gestión sostenible del agua urbana en la arquitectura de edificios, paisajes y arte público; y la fusión de iniciativas estructurales y no estructurales para la gestión sostenible del agua. Las dos propuestas ejemplares de diseño conceptual demuestran cómo la implementación de diversas medidas puede resultar en un paisaje más atractivo y adecuado, logrando al mismo tiempo la conservación de volúmenes significativos de agua.

A largo plazo, Piura debe adoptar un diseño que incorpore vegetación nativa y planes sensibles al agua para las futuras áreas, implementando las SBN. Dado que la ciudad está rodeada de tierras agrícolas, es fundamental reconocer los vínculos significativos entre las áreas rurales, urbanas y periurbanas en los flujos de materiales. Se requerirá una estrategia macro que abarque toda la cuenca del río, con el objetivo de aumentar la capacidad de retención de agua aguas arriba y reducir el riesgo de inundaciones río abajo. Además, la colaboración cercana con universidades y la inclusión de estrategias territoriales en los planes de estudio de carreras relacionadas facilitarán el intercambio de conocimientos y el desarrollo de capacidades técnicas.

Las estrategias y medidas identificadas en este estudio pueden transferirse a otros contextos, aunque los desafíos y potenciales de cada caso deben ser cuidadosamente evaluados. Los planificadores, arquitectos y especialistas en territorio y otras disciplinas afines tienen una oportunidad significativa de asumir un papel de liderazgo en la planificación y el diseño urbano y paisajístico más sostenible e integrado, presentando y combinando estrategias y medidas existentes e innovadoras para minimizar el consumo de agua. Un enfoque colaborativo con disciplinas como la ingeniería de infraestructura hídrica y de riego es crucial para lograr los mejores resultados en términos de diseño del paisaje y conservación del agua. Asimismo, es necesario incluir estudios sociales que respondan adecuadamente a las necesidades e intereses de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

Australian Capital Territory. (2014). *Water Sensitive Urban Design-Review Report*. Canberra.

Bai, X., McPhearson, T., Cleugh, H., Nagendra, H., Tong, X. y Zhu, T. (2017). Linking Urbanization and the Environment: Conceptual and Empirical Advances. *Annual Review of Environment and Resources*, 42.

<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-061128>

Barraclough, C. y Lucey, P. (2008). *Water Sensitive Urban Design*. Victoria, B.C.

Barrett, K. (2017). Lima's master plan for green infrastructure. Recuperado 13 de agosto de 2024, de <https://trellis.net/article/limas-master-plan-green-infrastructure/>

Bélanger, P. (2009). Landscape as Infrastructure. *Landscape Journal*, 28(1), 79–95.



Brown, C. (2007). *Urban Landscape Guide Manual. Landscape*. San Antonio, Texas: Chris Brown Consulting.

Cecchi, C. (2015). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities. Final report of the Horizon 2020 expert group on nature-based solutions and re-naturing cities*. <https://doi.org/10.2777/479582>

Çetin, M. (2019). The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area's effect using satellitia imagines on air quality: a case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12.

<https://doi.org/10.1007/s11869-019-00742-4>

Cortinovis, C. y Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land Use Policy*, 70, 298–312.

<https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2017.10.017>

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, M., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., ... Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *Gaia: Ökologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften*, 24, 243–248.

<https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>

Eisenberg, B., Nemcova, E., Poblet, R. y Stokman, A. (2014). *Estrategia de Infraestructura Ecológica de Lima (LEIS)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24461.49123>

Escobedo, F., Giannico, V., Jim, C. Y., Sanesi, G. y Laforteza, R. (2019). Urban Forests, Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions: Nexus or Evolving Metaphors? *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>

Fernández, T., Schroeder, S., Stöffler, S., Eufrazio Lucio, D., Ordóñez, J. A., Mok, S., ... Zavala, D. (2021). *Summary Report of the full technical City Profile Piura within the Morgenstadt Global Initiative*. Stuttgart.

<https://doi.org/https://doi.org/10.24406/h-418573>

Guerry, A., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G., Griffin, R., ... Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 7348–7355.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>

Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L. y Weber, B. (2011). *Water Sensitive Urban Design*. Berlin: Jovis.

INEI. (2014). *Territorio y Suelos*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima. Recuperado a partir de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)

JSCWSC. (2009). *Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design - a national guide*. Australia.

Laforteza, R. y Sanesi, G. (2019). Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization. *Environmental Research*, 172, 394–398.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.063>

Lloyd, S. D. (2001). Water Sensitive Urban Design in The Australian Context. En *Synthesis of a conference held 30 - 31 August 2000, Melbourne, Australia* (pp. 294–331). Melbourne: Melbourne Water Corporation.

Loucks, D. P. y van Beek, E. (2017). *Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications. Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models, and Applications*. New York: Springer International Publishing.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1>

Melborne Water. (2013). *Water Sensitive Urban Design Guidelines*. Melbourne.

Miglio, R., Garcia, A. y Poblet, R. (2017). Diseño urbano sensible al agua en Lima Metropolitana, Perú (“Parque de los niños: parque de tratamiento de aguas residuales”): creación de humedales artificiales de flujo vertical en espacio público abierto para la reutilización de aguas residuales tratadas (Peru). En H. Hettiarachchi y R. Ardakanian (Eds.), *Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: Ejemplos de buenas prácticas* (pp. 84–103). Dresden: Universidad de las Naciones Unidas Instituto para la Gestión Integral de Flujos de Materiales y Recursos (UNU-FLORES).

Mitchell, V. (2006). Applying Integrated Urban Water Management Concepts: A Review of Australian Experience. *Environmental management*, 37, 589–605.

<https://doi.org/10.1007/s00267-004-0252-1>

Moreno, O. (2018). Contain, restore, connect: Landscape as infrastructure. *Arq*, (99), 83–86. <https://doi.org/10.41067/S0717-69962018000200070>

Municipalidad Provincial de Piura. (2014). *Plan de Desarrollo Urbano Piura, 26 de Octubre, Castilla y Catacaos al 2032*. Piura. Recuperado a partir de

[http://www2.munipiura.gob.pe/institucional/transparencia/PDU/Plan\\_Desarrollo\\_Urbano.pdf](http://www2.munipiura.gob.pe/institucional/transparencia/PDU/Plan_Desarrollo_Urbano.pdf)

Nieuwenhuis, E., Cuppen, E., Langeveld, J. y Bruijn, H. (2020). Towards the integrated

management of urban water systems: Conceptualizing integration and its uncertainties. *Journal of Cleaner Production*, 280.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124977>

Poblet, R. y Schroeder, S. (2019). *Atlas. Paisaje del río Piura*. Piura. Recuperado a partir de [https://issuu.com/urbanismopiura/docs/2018-11-30\\_atlas](https://issuu.com/urbanismopiura/docs/2018-11-30_atlas)

Radcliffe, J. (2019). *History of Water Sensitive Urban Design/Low Impact Development Adoption in Australia and Internationally* (pp. 1–24). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812843-5.00001-0>

Raymond, C., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M., ... Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15–24.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>

Schroeder, S. y Coello-Torres, C. (2020). Exploración de una metodología integral de los espacios urbanos abiertos en Piura, Perú. *Aus*, (28), 13–21.

<https://doi.org/10.4206/aus.2020.n28-03>

SENAMHI. (2005). *Escenarios del cambio climático en el Perú al 2050 : cuenca del Río Piura*. Repositorio Institucional - SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. Recuperado a partir de <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/281>

Somarakis, G., Stagakis, S. y Chrysoulakis, N. (2019). *ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook*. <https://doi.org/10.26225/jerv-w202>

United Nations. (2011). *Global Drylands: A UN system-wide response*.

Wong, T. H. F. (2006). Water Sensitive Urban Design – The Journey Thus Far. *Australian Journal of Water Resources*, 10(3), 213–222.

WWAP. (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018. Soluciones Basadas en la Naturaleza para La Gestión del Agua*. ONU-Agua. Paris: UNESCO. Recuperado a partir de <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>