

# Capital natural: Una aproximación al mundo de las ciudades

Noviembre de 2024

**Gemma Cid Salvador** (UPF-BSM)  
**Marcos Eguiguren Huerta** (UPF-BSM)  
**Erola Palau Pinyana** (UPF-BSM)  
**Joan Ribas Tur** (ESCI-UPF)

# Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos del informe y metodología	3
3. El capital natural en las ciudades	4
3.1 El capital natural y las ciudades. Conceptos básicos y metodología de análisis	4
3.2 La ciudad como ecosistema	10
3.3 Dependencias e impactos de la ciudad en el capital natural	14
3.3.1 Suministro de agua/ciclo integral del agua	15
3.3.2 Suministro de alimentos	16
3.3.3 Suministro de energía	17
3.3.4 Aire (calidad)	18
3.3.5 Vivienda/edificios/instalaciones	19
3.3.6 Transporte	20
3.3.7 Otros suministros	21
3.3.8 Clima estable/adaptación al cambio climático	22
3.3.9 Salud/bienestar	23
3.3.10 Cuadro de indicadores	24
3.4 Riesgos y oportunidades para las ciudades, relacionados con el capital natural	25
4. Soluciones y revisión de mejores prácticas	30
4.1 Soluciones verdes	30
4.1.1 Parques urbanos	31
4.1.2 Silvicultura y agricultura urbana y periurbana	33
4.1.3 Techos verdes y jardines verticales	33
4.1.4 Corredores verdes	34
4.1.5 Planes de adaptación y regulación	35
4.2 Soluciones azules	36
4.2.1 Restauración de ríos urbanos	36
4.2.2 Ciudades esponja	37
4.2.3 Revitalización de ecosistemas acuáticos	38
4.2.4 Gestión del litoral y corredores azules	39
4.3 Soluciones de movilidad	40
4.3.1 Peajes urbanos	41
4.3.2 Transporte eléctrico y de bajas emisiones	42
4.3.3 Transporte público	43
4.3.4 Infraestructura ciclista	44
4.4 Soluciones de construcción y energía	45
4.4.1 Materiales y diseño bioclimático	45
4.4.2 Certificaciones de construcción sostenible	46
4.5 Soluciones de economía circular y residuos	47
4.5.1 Economía compartida	47
4.5.2 Reutilización de productos y materiales	48
4.5.3 Puntos limpios	49
4.5.4 Recogida selectiva de residuos	50
5. Cuadro de soluciones	51
6. Conclusiones y recomendaciones	52
7. Referencias	55
8. Anexo	57

---

## Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

En el contexto de los crecientes desafíos ambientales que enfrentan las urbes modernas, las megaciudades con vastas áreas metropolitanas emergen como protagonistas en la implementación de estrategias sostenibles para la gestión del capital natural.

Este informe se centra en cómo estas grandes ciudades están abordando la necesidad de regenerar el capital natural, adaptar sus infraestructuras y adoptar nuevas políticas que se alineen con los objetivos globales de sostenibilidad y biodiversidad. A través de una exploración de las mejores prácticas y el análisis de indicadores clave de desempeño (KPIs), buscamos ofrecer una referencia útil para las ciudades en su transición hacia la sostenibilidad.

## 2.

# Objetivos del dossier y metodología

## Objetivos

Divulgar de forma breve qué se entiende por capital natural.

Comprender cómo las ciudades se relacionan con el capital natural: sus dependencias e impactos, así como los riesgos y oportunidades relacionados con los mismos.

Obtener una lista de KPIs que permitan discernir hasta qué punto un área metropolitana avanza en la restauración del capital natural.

Analizar y clasificar los diferentes tipos de oportunidades que tienen las ciudades para la mejora del capital natural.

Conocer *Best practices* mundiales en políticas de restauración urbana del capital natura

## Metodología

El análisis de la relación entre ciudades y el capital natural se basa en diversos marcos desarrollados para la relación entre empresas y el capital natural, en especial el [Natural Capital Protocol](#) y la metodología [LEAP \(Locate, Evaluate, Assess, Prepare\)](#) de la TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures), siempre adaptando la metodología a las diferencias entre una ciudad y una empresa.

# El capital natural en las ciudades

## 3.1. El capital natural y las ciudades.

### Conceptos básicos y metodología de análisis.

Solemos considerar que las ciudades son la antítesis de la naturaleza, ya que casi todo lo que nos rodea en ellas está fabricado por el hombre (edificios, vehículos...). Pero esta es una idea equivocada. O, cuanto menos, es una visión algo miope de la realidad que nos rodea. Veamos dos ejemplos del porqué.

Por un lado, como además de construir cientos de edificios, también pavimentamos el suelo de las ciudades, nos da la impresión de que hemos hecho ‘desaparecer’ la naturaleza de allí. Realmente nos decimos que la naturaleza empieza cuando salimos de nuestra ciudad. Por supuesto, no es así. La naturaleza está en todas partes. Debajo de esa delgada capa de pavimento están el suelo con la geología propia de cada lugar, las aguas subterráneas, la fauna, etc. También por encima de nuestros techos hay naturaleza, aire, lluvias, viento. Y en muchas ocasiones, en nuestras ciudades hay ríos, que nos proveen de agua, o hay mar. Las ciudades están, por supuesto, en la naturaleza. La perjudican y la contaminan. La alteran e impiden procesos naturales que son muy valiosos. Pero ahí está la naturaleza, que es imprescindible para la vida humana, también en las ciudades. La calidad de vida urbana se enfoca cada vez más a la recuperación del papel de la naturaleza, también en las ciudades.

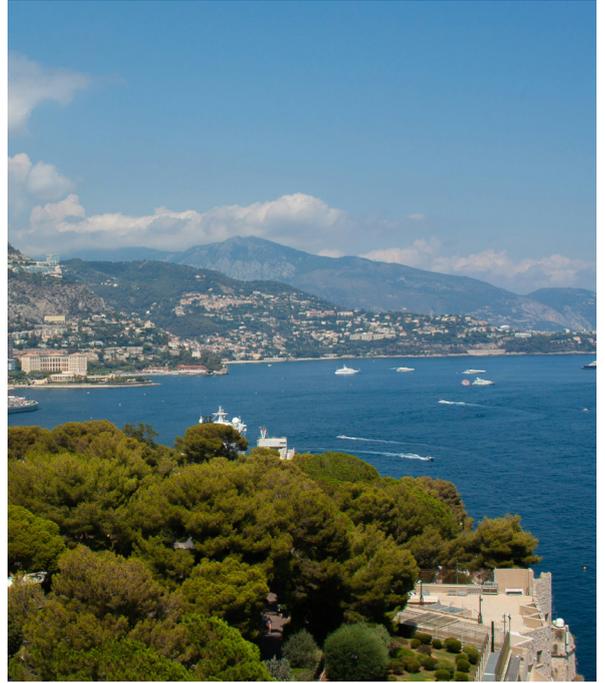
Por otro lado, no solemos pararnos a pensar que todos los productos que adquirimos en nuestra vida diaria, todos, tienen su origen en la naturaleza. No solo los alimentos, que ya entendemos que, aunque los comprems en los supermercados de nuestras ciudades, han tenido que crecer o cultivarse en algún sitio más o menos lejano. Cualquier objeto material que nos rodea, por mucho que sea procesado o fabricado por el hombre, tiene su origen en la naturaleza. Los compuestos del hormigón con el que construimos, la madera de nuestro mobiliario, las fibras de nuestra ropa, los metales necesarios para fabricar miles de artículos, el petróleo con el que fabricamos innumerables objetos de plástico... todo aquello material que tenemos y usamos tiene su origen en la naturaleza (¿dónde si no?).



## El capital natural en las ciudades

Por eso es muy importante analizar la relación entre ciudades y naturaleza. Y para ello, puede resultar muy interesante ver cómo se está analizando esta relación en el mundo empresarial, ya que esta visión algo miope sobre el importante papel de la naturaleza no es exclusiva de las ciudades, sino que también se ha dado en el mundo de la empresa hasta no hace muchos años.

Como ya sabemos, vivimos un momento de cambios profundos. Hasta no hace mucho tiempo, las empresas tenían, prácticamente en exclusiva, unos objetivos de beneficio y rentabilidad económicos. Los impactos hacia la naturaleza (contaminación, emisiones) debían controlarse simplemente para no incumplir ninguna ley, y las dependencias respecto a la naturaleza ni se conocían, ni mucho menos se analizaban o cuantificaban.



Todo eso ahora está cambiando. Más por obligación que por voluntad, pero está cambiando. El modelo económico imperante y nuestra forma de producir y consumir (y desechar), están llevando el planeta al límite. El ejemplo más claro y más peligroso es el cambio climático, aunque hay muchos otros ejemplos: contaminación de acuíferos por agricultura o ganadería intensiva (cuando las aguas subterráneas son imprescindibles para abastecer a un porcentaje enorme de la población mundial), agotamiento de recursos, contaminación de tierra, ríos y mares por insuficiente gestión de residuos (cuando en realidad, tanto los recursos como los residuos deberían gestionarse de forma muy diferente), etc. La toma de conciencia sobre la gravedad de estos hechos, algunos de ellos quizás ya irreversibles, ha llevado a un movimiento hacia la sostenibilidad a nivel mundial, a mucha regulación, y a su vez al desarrollo de mucha ciencia y un gran número de marcos y estándares para ayudar a las empresas a tratar su relación con la naturaleza.

Por decirlo de alguna forma, así como las empresas tienen desde hace siglos un lenguaje común y conocido para tratar su parte económica (todos conocemos lo que son los beneficios, las amortizaciones, el ROE, la liquidez, el EBITDA y tantos otros indicadores), ahora se debe de crear, acordar, conocer y utilizar otro lenguaje relacionado con su parte ambiental. Y aquí es donde aparece el término 'capital natural', que es la forma como el 'lenguaje económico' ha dado entrada a la naturaleza y a su importante valor dentro de la economía y la empresa. Si dentro de una empresa teníamos en cuenta diferentes tipos de capital (el capital financiero, el capital físico, el capital humano...) ahora también debemos incorporar el capital natural, ya que todos ellos son activos (o servicios) que generan valor para la empresa, y debemos gestionarlos correctamente.

Antes de leer algunas definiciones del término, intentemos deducir cuáles son esos recursos y servicios que la empresa obtiene de la naturaleza. Así iremos introduciendo nuevos términos necesarios en este nuevo 'lenguaje' que debe aprender la empresa.

### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

Empecemos reflexionando sobre los recursos que la naturaleza ofrece a las empresas. Una primera diferenciación sería entre recursos abióticos (sin vida) y bióticos (vivos).

Veamos los primeros, para lo cual nos es útil seguir la idea de la naturaleza como dividida en cuatro 'reinos físicos': tierra, océanos, agua dulce y atmósfera.

De la tierra se obtienen infinidad de recursos: metales, minerales, petróleo, gas, materiales para construcción, y un largo etcétera de materias primas para todo tipo de industrias.

De los mares y los océanos podemos obtener agua (que podemos desalar para el consumo u otros objetivos), sal, y también podemos obtener energía de las mareas.

Entendemos por 'agua dulce' aquella que encontramos en ríos, lagos o en el subsuelo. Es un recurso imprescindible para la vida (no hay vida sin agua) y es básico en infinidad de industrias (si no en todas, incluida la generación de energía).

En la atmósfera encontramos el viento, que los humanos utilizamos para generar energía desde hace siglos, y también podríamos incluir aquí el impacto del clima (temperatura, humedad, patrón de tormentas...) o la llegada de la luz del sol.

Y por supuesto, la naturaleza también ofrece a las empresas infinidad de recursos que provienen de los organismos vivos: animales, plantas, hongos, bacterias....

Principalmente, para cualquier tipo de industria alimentaria: carne de infinidad de especies, pescado, moluscos, cereales, fruta, verduras, legumbres, etc.

Y también muchas otras materias primas para sectores tan diversos como la industria textil, farmacéutica, cosmética, construcción, fabricación de innumerables objetos a partir de madera, tejidos de origen animal o vegetal, corcho, bambú, aceites, etc.

A estos recursos también les llamamos el 'stock de capital natural'. Y podemos decir que un primer servicio que la naturaleza ofrece es precisamente el de proveer a la sociedad y a las empresas de una enorme cantidad de recursos (vivos y no vivos) para ser estos utilizados en sus procesos productivos o dentro de sus cadenas de valor.

Pero ampliemos un poco la mirada. Ninguno de estos recursos existiría por separado. La naturaleza es un complejo sistema de interrelación entre todos sus componentes. Ningún árbol o planta podría vivir de no ser por la luz del sol que llega a sus hojas, el CO<sub>2</sub> que obtiene del aire y el agua que llega a sus raíces. Gracias a ello, pueden crear su propia materia orgánica y crecer.

## El capital natural en las ciudades

A partir de este proceso y crecimiento, los animales herbívoros pueden a su vez alimentarse y crecer, lo que permite la existencia de los animales carnívoros; lo mismo ocurre en muchas otras cadenas de equilibrios entre diferentes especies (sin ir más lejos, para que las plantas puedan existir, precisan a su vez de insectos polinizadores, sin los cuales no existiría el ciclo que hemos descrito).

Pero al mismo tiempo ocurren también otros tipos de ‘circuitos’ entre esos componentes (vivos y no) que hemos visto. Cuando los árboles, para realizar la fotosíntesis, toman CO<sub>2</sub> del aire y agua del suelo, como ‘residuos’ de este proceso devuelven a la naturaleza oxígeno y una parte del agua que han tomado. Por tanto, los árboles no solo proveen de una materia prima como la madera, sino que también están regulando los gases atmosféricos, ofreciéndonos oxígeno para respirar, están regulando la temperatura, y refrescando el ambiente gracias al agua que transpiran. Al mismo tiempo, también ayudan en la regulación del ciclo del agua, ya que en los suelos con vegetación y sus raíces, el agua se filtra mejor y puede seguir su ciclo hacia el subsuelo, llenando acuíferos de los cuales el hombre depende (en muchas zonas) para su supervivencia. Por la misma razón, las zonas con árboles y otra vegetación regulan y protegen al suelo y sus sedimentos del deterioro que le producirían las tormentas, de no estar este protegido por las raíces de los mismos.

Estos son solamente algunos ejemplos de los múltiples servicios que la naturaleza ofrece a partir de esos ‘circuitos’, ‘equilibrios’ o sistemas en los que se sustenta. Además de los que hemos visto (regulación atmosférica, regulación del ciclo del agua, retención del suelo y sus sedimentos, mitigación de inundaciones, regulación del clima, o la propia polinización...), otros servicios que la naturaleza provee son: purificación del agua, regulación de los patrones de lluvia, filtración del aire, atenuación del ruido, etc. Para seguir aumentando el nuevo ‘lenguaje’ que la empresa debe utilizar, diremos que los ‘ecosistemas’ son precisamente esa interrelación que se establece entre diferentes seres vivos y los hábitats y componentes no vivos con los que se relacionan. Y el equilibrio que entre todos ellos se produce.



## El capital natural en las ciudades

A los servicios que hemos visto les llamamos ‘servicios ecosistémicos’. El primer tipo que vimos era de aprovisionamiento de recursos (bióticos y abióticos) a partir del stock de capital natural, y a los demás se les denomina de regulación y soporte (o mantenimiento). Quedaría un último tipo de servicio ecosistémico, al que se suele llamar ‘servicios culturales o recreativos’, y tiene que ver más con el bienestar (enriquecimiento espiritual, identidad cultural...) que produce la naturaleza y sus paisajes.

Figura 1.

### Cuatro categorías de servicios ecosistémicos, basados en la Millenium Ecosystem Assessment (MA. 2005)

Servicios de Suministro Productos que se obtienen de los ecosistemas	Servicios de Regulación Beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas	Servicios Culturales Beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas	Servicios de Soporte Servicios necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos
Alimentos	Regulación del clima	Espirituales y religiosos	Formación del suelo
Agua pura	Regulación de las enfermedades	Recreación y ecoturismo	Ciclo de nutrientes
Leña	Regulación del agua	Estéticos	Producción primaria
Fibras	Purificación del Agua	De inspiración	
Bioquímicos		Educacionales	
Recursosos genéticos		Sentid de la identidad y pertenencia a un lugar	
		Herencia cultural	

Y ahora sí, con estos ejemplos nos será más fácil comprender las diferentes definiciones que podemos hallar del término ‘capital natural’. Veamos algunas.

*Para la Organización de Naciones Unidas (ONU), “el capital natural se refiere a los stocks de activos ambientales (incluyendo los recursos naturales, los ecosistemas y un clima estable) que generan flujos de bienes y servicios en la economía”. Y añade: “los recursos naturales incluyen materias primas, como combustibles, minerales y metales, madera, agua dulce y recursos hídricos, los mares y recursos acuáticos, etc.”*

*Para el Banco Mundial, “la naturaleza, que incluye la biodiversidad y los servicios vitales para el bienestar humano que brindan los ecosistemas saludables, está en el centro de desafíos críticos del desarrollo como el cambio climático, la seguridad alimentaria, la salud, el empleo, la pobreza, la desigualdad y la fragilidad. Y, sin embargo, la naturaleza y el capital natural renovable asociado están en declive, a pesar de ser el activo máspreciado que tienen muchos países para abordar el cambio climático, poner fin a la pobreza, mejorar la resiliencia y garantizar la sostenibilidad. Además, la pérdida de naturaleza afecta más a los países y comunidades más pobres.”*

*Para la Natural Capital Coalition, “el capital natural es el stock de recursos naturales renovables y no renovables (por ejemplo, plantas, animales, aire, agua, suelos, minerales) que se combinan para producir un flujo de beneficios para las personas.”*

*En palabras de Nactiva, el capital natural es “el stock mundial de recursos naturales, lo que incluye la geología, los suelos, el aire, el agua y todos los organismos vivos, que proveen de productos y servicios fundamentales para la existencia humana y de la que se derivan beneficios para la misma.”*

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

Hasta no hace mucho tiempo, las empresas no eran conscientes de la importancia de la naturaleza para sus actividades. En los últimos años, sobre todo debido a la comprensión de los efectos del cambio climático, esta percepción está cambiando, y además va evolucionando a medida que se va asimilando que no hay un solo aspecto (ni problema) de la naturaleza que se pueda analizar o solucionar por separado.

Hace ya años que la lucha contra el cambio climático se ha ido concretando (gracias a la ciencia) en indicadores y rutas cada vez más concretos. El primordial, no aumentar la temperatura global media en más de 2 grados (después reducido a 1,5 grados) respecto a la temperatura preindustrial. Para ello, se debe dejar de emitir gases de efecto invernadero a la atmósfera, creándose las iniciativas 'Net zero', capaces de ir traduciendo a empresas (y países) las metas que deben cumplir, y por tanto buscar los caminos necesarios para conseguirlas. Pero no solo se trata de reducir emisiones. Un siguiente paso evidente es ser conscientes de que la destrucción de la naturaleza no solo no ayuda (de hecho, perjudica) a la lucha contra el cambio climático, sino que nuestro poco conocimiento sobre los procesos biológicos y geológicos quizás no nos están dejando ver que estamos provocando otros problemas tan o más grandes que el propio cambio climático. La pérdida de biodiversidad es el otro gran problema ambiental global.

El ejemplo que más solemos escuchar es el de las consecuencias que podría tener la desaparición o merma de las abejas u otros insectos polinizadores para el crecimiento de las cosechas. Pero seguro que hay muchos otros ejemplos como este que ni siquiera conocemos, pues en cada ecosistema, en cada ciclo natural, se dan muchos equilibrios que podría ser muy peligroso romper.

Por ello, la siguiente lucha se ha concretado en dejar de destruir (primero), y pasar a restaurar (después) la naturaleza que nos sostiene. La ruta o indicadores comienza con iniciativas como 'Nature positive', detener la desaparición de especies y, en general, la biodiversidad.



## El capital natural en las ciudades

### 3.2. La ciudad como ecosistema.

¿Y todo esto qué tiene que ver con las ciudades? Esperamos que a estas alturas la respuesta no presente dudas: todo. La ciudad es un agente muy importante en el proceso de deterioro de la naturaleza por parte del ser humano, ya que en las ciudades se concentra más de la mitad de la población, y se prevé que aumente hasta cerca del 70% en 2050.

Por la misma razón, también ha de poder ser un importante agente de cambio en positivo. Pero, ¿qué es realmente una ciudad? Históricamente, cada país ha definido el término en base a criterios diferentes, e incluso, dentro de un mismo criterio, con baremos diferentes. Por ejemplo, si nos fijamos en el número mínimo de habitantes como criterio para que una población sea considerada ciudad, el baremo es de 200 habitantes en Dinamarca, 50.000 en Japón o 100.000 en China.

En los últimos años ha habido un proceso importante para buscar definiciones comunes a nivel mundial, en especial para poder comparar los diferentes indicadores del [ODS11](#) (Ciudades y comunidades sostenibles). El proceso, guiado por la UN-Habitat y con participación de otras instituciones, ha buscado homogeneizar criterios para que todos los países consideren de igual forma las diferentes áreas.

En este dossier, no se limita el término ‘ciudad’ a ninguna de ellas, pero consideramos interesante observar que, como es natural y observable, existen múltiples ‘agrupaciones’: metrópolis, ciudades, áreas urbanas, áreas sub-urbanas o periurbanas... Creemos que el análisis de la relación entre ‘ciudad’ y capital natural se puede hacer a diferentes escalas, ya que seguramente las posibles soluciones podrán ser tomadas, en cada caso, por entidades políticas de diferentes alcances.

Nosotros entenderemos la ciudad (sea cual sea su alcance) más como un ecosistema urbano, en el que conviven (de forma similar a los ecosistemas que hemos visto) personas y otros seres vivos, con las diferentes características del hábitat en el que viven. Y en que las necesidades de las personas que viven o trabajan en ella deberán estar cubiertas; alimento, vivienda, agua, trabajo (y la infraestructura necesaria: despachos, tiendas, talleres, industria...), transporte, otros servicios... Por último, antes de desarrollar el análisis entre el capital natural y las ciudades, hemos de reflexionar sobre un aspecto importante que van a condicionar dicho análisis. ¿Quiénes son los diferentes ‘stakeholders’ de la ciudad, sus interrelaciones, y quien toma las decisiones que afectan a la relación entre ciudad y capital natural?

Cuando el análisis de esta relación lo realiza una empresa, los roles de cada uno están más definidos, y la administración de la empresa tiene un control mayor del efecto que tienen sus decisiones sobre la naturaleza. Este efecto es directo cuando se trata de sus operaciones propias, ya que puede conocer y mitigar sus impactos, como emisiones, contaminación, residuos, consumo de agua, destrucción de ecosistemas, etc. En un símil con el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, serían las emisiones de alcance 1.

## El capital natural en las ciudades

El efecto es indirecto cuando se trata de la afectación a la naturaleza por las actividades que realizan sus proveedores (aguas arriba), que son los que toman decisiones sobre sus procesos. Pero la empresa puede influir en ellas. Si se trata de un cliente importante, puede transmitir a su proveedor su decisión de ser responsable con la naturaleza y ser partners en ese camino, o bien puede cambiar de proveedor y buscar uno más acorde a sus inquietudes ambientales. También el efecto es indirecto cuando se trata de la afectación a la naturaleza de las actividades que realizan sus clientes, aunque aquí la empresa puede también tomar decisiones importantes, como el propio diseño del uso del producto (que no contamine, por ejemplo), de su obsolescencia, de las posibilidades o no de reciclado, tanto del producto como de su embalaje, etc. En ambos casos sería un símil con las emisiones de gases GEI de alcance 3.

No es que sea sencillo, ya que hace poco tiempo que las empresas están incorporando estos aspectos ambientales en su gobernanza y operaciones, pero en el caso de las ciudades es aún más complicado. ¿Quién toma las decisiones que afectan a la naturaleza en una ciudad? ¿Quiénes son sus proveedores y clientes? Las decisiones las toma en parte, por supuesto, la propia administración o gobierno de la ciudad, ya que tiene competencias en muchas políticas que afectan al medio ambiente: regula el uso del suelo, gestiona la movilidad, los espacios públicos, el abastecimiento de agua, etc.

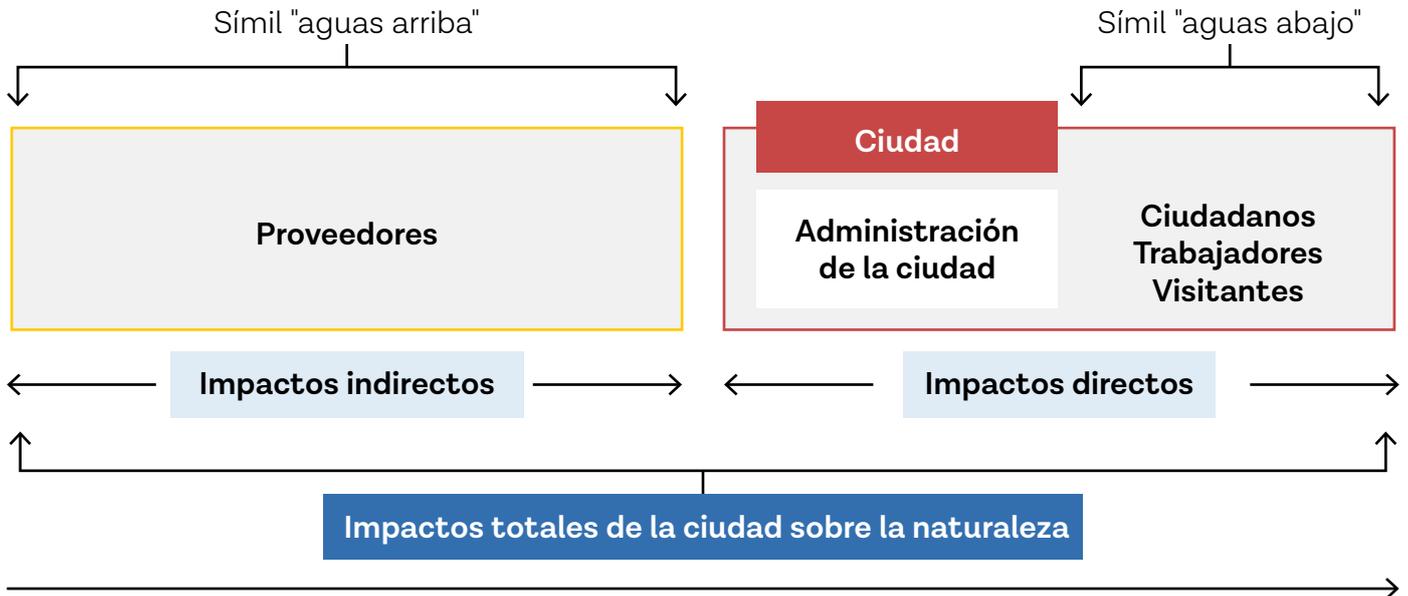
Pero cuando hablamos de que una ciudad sea sostenible o medimos sus impactos en el capital natural, tenemos en cuenta también las decisiones que toman todos los ciudadanos, no solo la administración. Cuando la ciudad mide su consumo de agua para gestionar su afectación a la naturaleza en ese ámbito, se refiere al uso global (tanto público como privado), y cuando mide sus emisiones de gases de efecto invernadero para gestionar su afectación a la naturaleza en ese otro ámbito, también. Y en ambos casos, la mayoría de las decisiones las toman ciudadanos y empresas, no la administración. En el resto de ámbitos debería ser igual. Por ejemplo, cuando la ciudad quiera medir y gestionar su afectación a la naturaleza en el ámbito de la producción y consumo de alimentos, deberá tener en cuenta las consecuencias de las decisiones de compra de sus ciudadanos, aunque aquí nos cueste más verlo, ya que la administración de la ciudad no tiene competencias en una decisión tan privada como qué deciden consumir los ciudadanos. Pero está claro que la ciudad, las ciudades, ejercen una enorme presión en la naturaleza para abastecer de alimentos (y no solo alimentos) a sus ciudadanos, por lo que este es un tema interesante de reflexión.

Y, ¿quién son sus proveedores y clientes? Para intentar tener en cuenta a todos estos stakeholders, proponemos en este dossier considerar a los ciudadanos como un equivalente a la parte baja de la cadena de valor de las empresas, sus clientes (aguas abajo), y a los proveedores tanto de la administración como de los ciudadanos como la parte alta de la cadena de valor (aguas arriba). De esta forma, tiene todo el sentido que la ciudad deba también 'reportar' por los impactos de sus ciudadanos, además de los de sus proveedores (los 'impactos de alcance 3' que comentábamos).

## El capital natural en las ciudades

Figura 2.

Alcance de los impactos de la ciudad sobre la naturaleza.



Fuente: elaboración propia.

Vistas estas consideraciones, centrémonos, ahora sí, en el análisis.

Cuando es una empresa la que empieza a analizar su relación con la naturaleza, por supuesto esta relación va a estar totalmente condicionada por su modelo de negocio y su proceso productivo. No va a ser igual el análisis de una empresa de producción agroalimentaria, una institución financiera, una compañía minera, un medio de comunicación online, etc. Cada una tiene un objetivo muy diferente y, por tanto, una cadena de valor y una relación con la naturaleza totalmente diferente y particular. En el caso de una ciudad (o de las ciudades, en general), es algo diferente.

En parte es más complicado, en el sentido que debe tener en cuenta una cantidad mucho mayor de interacciones con la naturaleza. Pensemos, como hemos visto hace un momento, que la ciudad (a través de las decisiones de consumo de sus ciudadanos) impacta en la naturaleza en muchos ámbitos, pues lo hace también cuando adquiere los productos de la empresa agroalimentaria, de la institución financiera, de la compañía minera, etc. Por tanto, recoge en su 'cadena de valor' las interacciones de todas ellas. Pero, por otro lado, así como entre las empresas hay infinidad de objetivos o necesidades que desean cubrir, lo que las hace muy heterogéneas en su relación con la naturaleza, podríamos decir que las ciudades son más homogéneas, más parecidas entre sí.

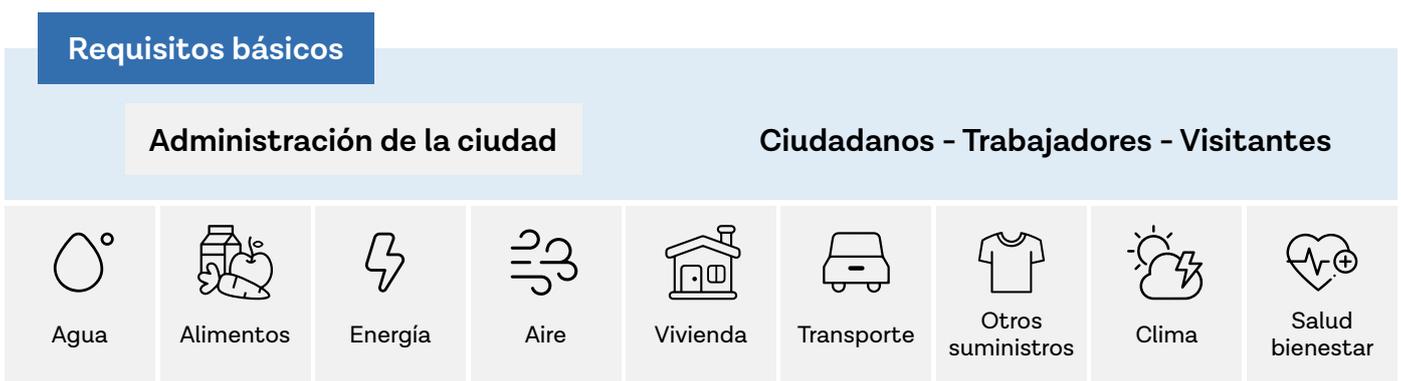
Podríamos decir que existen unos objetivos comunes a toda ciudad, que determinan también sus necesidades o procesos, y por tanto su relación con la naturaleza. De forma similar a los ecosistemas naturales, podríamos decir que en las ciudades (como ecosistemas urbanos) deben darse las condiciones suficientes para cubrir las necesidades de los seres vivos que las 'habitan'. Y en la actualidad, debemos pensar en necesidades en sentido amplio. No solo las básicas para la subsistencia (agua, alimento y cobijo), sino también un grado suficiente (si puede ser, elevado) de bienestar.

## El capital natural en las ciudades

Para que la ciudad logre cubrir las necesidades de las personas que viven o trabajan en ella, hay una serie de nueve requisitos básicos que deben ser satisfechos. Son los siguientes:

Suministro/gestión del agua	
Suministro de alimentos	
Suministro/gestión de energía	
Aire (calidad)	
Vivienda/edificios/instalaciones	
Transporte	
Otros suministros	
Clima/resiliencia climática	
Salud/bienestar	

**Figura 3.**  
Requisitos básicos de la ciudad.



Fuente: elaboración propia.

Estos requisitos básicos y los procesos necesarios para conseguirlos van a condicionar la relación de la ciudad con la naturaleza de una forma similar a como condicionan los objetivos, el modelo de negocio o las operaciones en una empresa.

## El capital natural en las ciudades

### 3.3. Dependencias e impactos de la ciudad en el capital natural

Vistos los requisitos, el primer paso en el análisis de la ciudad de su relación respecto al capital natural pasa por analizar sus **impactos y dependencias** respecto al mismo. Esto permitirá a una ciudad aumentar su conciencia respecto a la importancia de la naturaleza para poder garantizar esos requisitos básicos a sus ciudadanos, y evaluarse mediante los indicadores que proponemos al final de este punto le permitirá conocer su situación respecto a la relación que mantiene con la naturaleza, y/o compararse con otras ciudades que utilicen los mismos indicadores.

Cuando es una empresa la que realiza este análisis, busca determinar tres componentes:

<p>Las dependencias de la empresa respecto al capital natural, es decir, los recursos y otros servicios ecosistémicos que obtiene de ella. Y eso tanto en sus operaciones directas como en otros puntos de su cadena de valor (proveedores y clientes).</p>	<p>Los impactos producidos por la empresa o su cadena de valor en el capital natural (y como consecuencia en la sociedad en general), ya sea por el propio consumo de recursos ('inputs'), como por las externalidades que provoca ('outputs').</p>	<p>Los impactos en la empresa (ya sean costes o beneficios) derivados de su relación con el capital natural.</p>
---	---	--

Para que este análisis sea riguroso, se suele realizar en tres pasos. Los veremos a partir de un ejemplo, en este caso del impacto realizado por la empresa al medio ambiente por polución del aire. El primer paso es determinar una unidad de medida para el 'input' u 'output' de la empresa que genera el impacto o la dependencia. En el caso del ejemplo, sería el volumen de gases contaminantes emitidos. Otros ejemplos de medidas de 'outputs' podrían ser: volumen de desechos, decibelios de sonido, etc. Y como medidas de 'inputs': volumen de agua consumida, área de tierras destinadas a la agricultura o a bosques, etc. Deben ser unidades medibles o cuantificables.

En el segundo paso, se tienen en cuenta los cambios en la naturaleza que provocan esos indicadores. En el caso del ejemplo, a causa de los gases emitidos, el efecto en la naturaleza sería una disminución de la calidad del aire. Otros cambios en la naturaleza podrían ser: cambios en la concentración de gases en la atmósfera, disminución de la cantidad de agua disponible, disminución del número de especies o cantidad de individuos, etc.

Y en el tercer paso, como consecuencia de estos cambios en la naturaleza, se llega a los impactos de estos en la sociedad y la economía. En el ejemplo, a causa de la disminución de la calidad del aire, se producen problemas respiratorios, pérdidas en cosechas o en diversos servicios ecosistémicos, reducción de la visibilidad, etc. Por supuesto, el resto de los cambios de la naturaleza llevarían a muchos otros impactos en la sociedad, y a su vez también afectarían a las empresas en función de sus dependencias.

En el caso de las ciudades, se podría hacer un análisis similar. Seguidamente, lo que proponemos es, para cada uno de los nueve requisitos básicos que hemos señalado antes, analizar qué impactos y dependencias tiene la ciudad con el capital natural, y posteriormente proponer posibles indicadores o unidades de medida bien asociados con los 'inputs' o 'outputs' (paso 1), o indicadores de 'cambios en la naturaleza' (paso 2), o de impactos (punto 3).

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.1. Suministro de agua/ciclo integral del agua.

La gestión del agua es un tema crítico en cualquier ciudad, ya que de forma directa es imprescindible para la vida de las personas y animales que en ella viven o trabajan, así como para el uso doméstico y de cualquier tipo de negocio, para la limpieza de la ciudad, y para regar las zonas verdes. La disponibilidad de agua depende de uno de los ciclos biogeoquímicos más importantes, el ciclo del agua.

Como pasa en otros ámbitos, el análisis es complejo, porque no solamente la ciudad tiene una gran dependencia de este recurso, sino que, a su vez, su consumo también genera impactos, como menos agua disponible para otras localidades o para otras zonas de cultivo, por ejemplo.

La gestión que la ciudad tiene que hacer del agua abarca muchas cuestiones: de qué diferentes fuentes se abastecen o podrían abastecerse, cómo se podría gestionar más eficientemente el uso del agua en las ciudades, qué tecnologías podrían ayudar, cómo incentivar un uso responsable también por parte de ciudadanos y empresas, la colaboración público-privada cuando así sea necesario, etc.

Pensemos que, además, de forma no tan directa, la ciudad también tiene impactos en la cantidad o calidad del agua en zonas lejanas. Por ejemplo, si se tiene en cuenta el agua necesaria para la producción de los alimentos que se consumen en la ciudad. La cuantificación de estos impactos es muy difícil, aunque podrían hacerse aproximaciones. Pero desde luego, estos impactos existen, y podrían ser diferentes si los hábitos de consumo se fueran modificando hacia alimentos cuya producción genere menos impacto en el suministro de agua en otras zonas. La ciudad puede dotarse de diferentes indicadores cuyo seguimiento le guiará para la mejora de la gestión: consumo por hogar, calidad del agua, indicadores de eficiencia, etc.



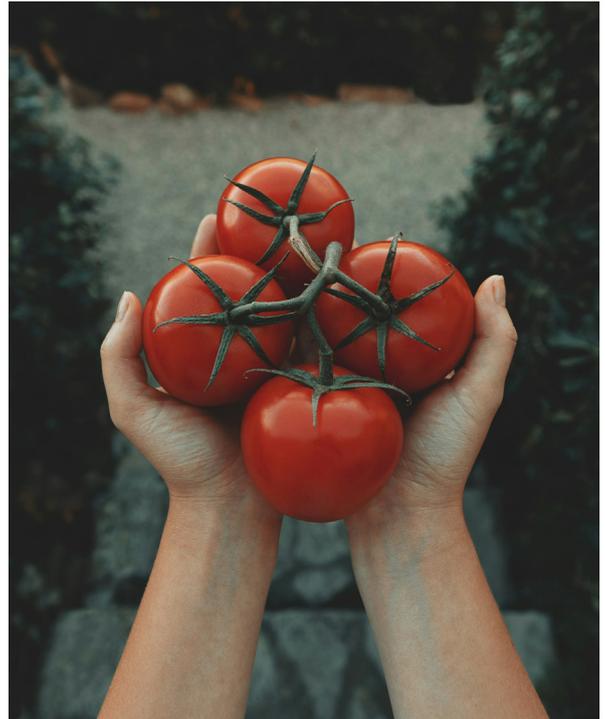
#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.2. Suministro de alimentos

Ya lo hemos avanzado en el punto anterior. Aunque la producción de alimentos para cubrir las necesidades de la población de las ciudades se realice prácticamente en su totalidad fuera de las propias ciudades, no quiere decir que no exista dependencia (y mucha) de la ciudad respecto al capital natural, o que las necesidades de alimentos en las ciudades no tengan impacto en el capital natural en zonas más o menos alejadas de ella. Además, la importante concentración de población a abastecer presiona a la producción intensiva de alimentos, con sus impactos negativos en el uso de la tierra, del agua y de fertilizantes, y el ritmo de vida de las ciudades también a la producción de alimentos precocinados por diferentes industrias, con sus impactos en el medioambiente, que podrían evitarse con una dieta más natural.



En este caso, la ‘ciudad’ entendida como su gobierno o administración, tiene menos responsabilidad o capacidad de gestión, ya que son las decisiones privadas de los ciudadanos las que generan estas compras, pero eso no significa que se pueda obviar el conocimiento de estas dependencias e impactos, y que pueda tratar de influir en una compra más consciente.

Un ejemplo sería incentivar el consumo de productos de proximidad, que no solo ahorraría los impactos ambientales del transporte de alimentos desde países lejanos, sino que además aumentaría la demanda para los productores locales, favoreciendo de esta forma la relación entre la ciudad y su entorno rural o semirural cercano. La pandemia fue un claro ejemplo de que las cadenas de suministro largas o complejas son un peligro en casos de *shock*.

Si se quisiera estimar el impacto que los alimentos consumidos en la ciudad tienen en el capital natural, en este caso los indicadores se basarían en parte en datos cuantificables y otros estimados en base a estudios u otras fuentes científicas. Por ejemplo, conocido el consumo de ciertos alimentos por habitante (imaginemos kilos de carne de vaca), y en base a estudios que determinan los litros de agua, o kilos de cereal, o emisiones de gases de efecto invernadero (gases GEI) necesarios para producir un kilo de dicha carne, se estimaría el impacto en esos recursos que proviene del consumo de los habitantes de la ciudad. La cantidad de posibles indicadores de este tipo sería enorme, y aunque no los incluimos en la tabla posterior, su estudio por parte de la ciudad sería, sin duda, muy interesante.

Sí incluiremos algún indicador de producción, pues a pesar de que en la ciudad el uso del suelo está casi monopolizado por la infraestructura urbana, cada vez encontramos más ejemplos de producción urbana, y en zonas más amplias (zonas periurbanas y regiones metropolitanas). También algunos indicadores de biodiversidad, pues su restauración ayudaría mucho a la ‘naturalización’ de la ciudad y mejoraría las oportunidades de producción urbana sostenible.

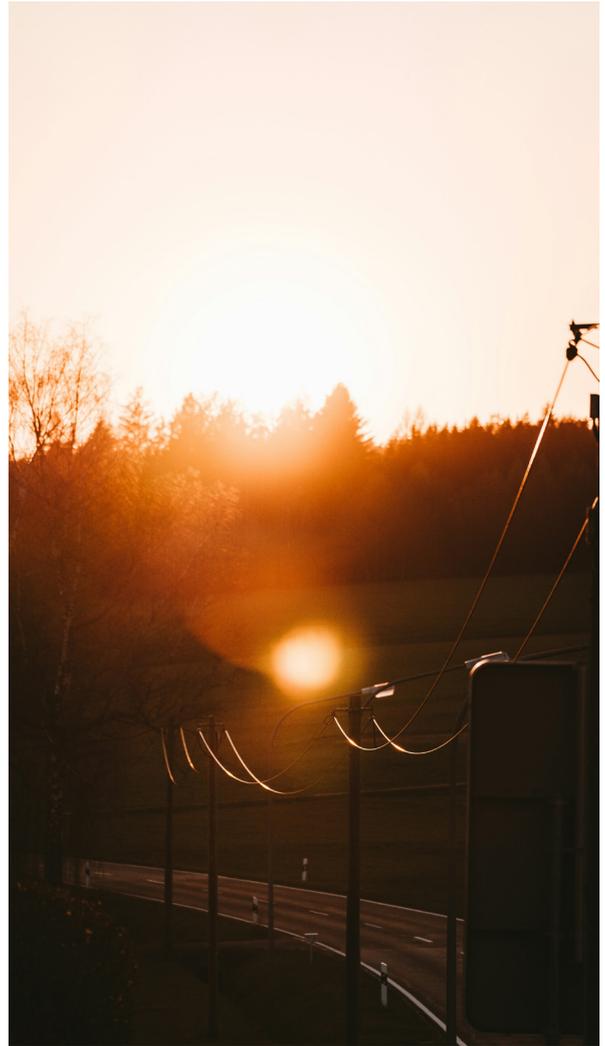
## El capital natural en las ciudades

### 3.3.3. Suministro de energía

Las ciudades tienen una dependencia vital de la energía. Y la energía tiene su origen en el capital natural, bien sea de fuentes renovables, como por ejemplo el viento (energía eólica), el agua (hidroeléctrica) o el sol (energía solar), o bien de fuentes no renovables, o combustibles fósiles, como el petróleo o el carbón. En el segundo caso, los impactos en el capital natural derivados de la producción de energía son devastadores.

Es importante que el mix energético de la ciudad se modifique hasta abastecerse con energías de origen renovable, tanto por parte de la administración de la ciudad, que debe revisar todas sus necesidades de suministro de energía (electricidad en sus edificios, climatización, transporte, etc.) y cubrirlas con energías limpias, como también por parte de los ciudadanos y empresas.

La tecnología hace que las soluciones provenientes de fuentes renovables sean cada vez más asequibles, y la regulación también es una palanca para el cambio. Los principales indicadores serán los que informen sobre los niveles de consumo o eficiencia energética.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

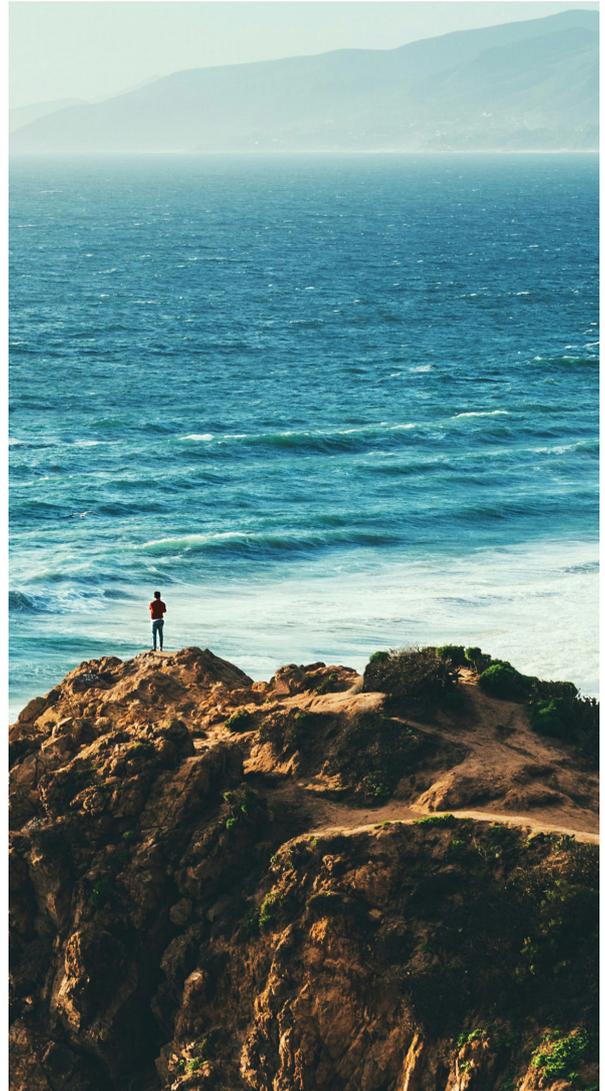
## El capital natural en las ciudades

### 3.3.4. Aire (calidad)

Por supuesto, la calidad del aire tiene un gran efecto en la calidad de vida de los habitantes de una ciudad, aunque es cierto que, dada la gran concentración de habitantes, negocios, algunas industrias y diferentes medios de transporte, el impacto de la ciudad sobre el aire es muy negativo. De nuevo, dependencia e impacto se dan de la mano.

Los indicadores que más ayudarán en este punto serán los índices de calidad del aire, o los datos de emisiones/concentraciones de diferentes gases en el aire. Y se tratará, por supuesto, de tomar todas las medidas necesarias para la disminución de dichas emisiones desde la administración de la ciudad, o de incentivar a que lo hagan los ciudadanos. A través del uso de transporte sostenible, eficiencia energética, uso de fuentes renovables, gestión de residuos, cuidado y aumento de las zonas verdes de la ciudad, etc.

También se incluirán indicadores relacionados con zonas verdes, número de árboles, etc., ya que estos contribuyen indiscutiblemente a la mejora de la calidad del aire (además de regular la temperatura, etc.).



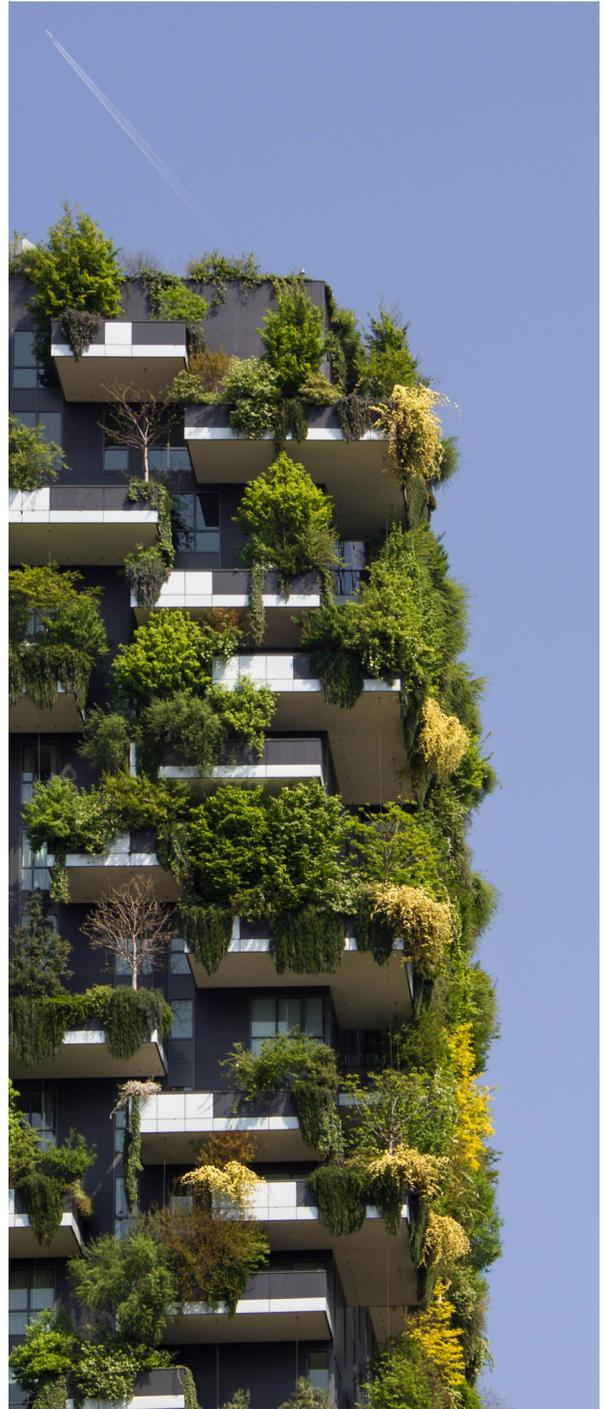
## El capital natural en las ciudades

### 3.3.5. Vivienda/edificios/instalaciones

No solo la vivienda es una necesidad para las personas que viven en la ciudad (o el resto de los edificios e instalaciones), sino que, de nuevo, no podemos olvidar que para su construcción se depende y se impacta en el capital natural. Por supuesto, dependemos de la naturaleza para obtener las materias primas de las que obtenemos el hormigón, el acero, o multitud de recursos más, para construir los edificios de la ciudad.

A su vez, se producen infinidad de impactos en el capital natural durante todo el proceso: en la extracción de tierras y de diversos minerales, de madera, en el proceso de fabricación de los materiales necesarios o en el de construcción del edificio (en todos ellos hay consumo de materias primas, energía, agua, y generación de residuos, etc.). Y no solo en la construcción, sino que en el propio uso de los edificios hay también impactos, por ejemplo, los derivados de la climatización en los hogares y negocios, los procesos productivos de las instalaciones, etc.

Un cambio hacia una construcción más sostenible, con nuevas tecnologías y con materiales más naturales, así como una mejora en la eficiencia de los edificios, podría disminuir esos impactos (más adelante veremos ejemplos de buenas prácticas en este ámbito). Y los indicadores más útiles buscarían informar, por ejemplo, sobre la utilización o intensidad de utilización de ciertos materiales; también podrían buscarse estimaciones sobre las emisiones del uso de ciertas materias primas o de ciertos procesos de producción, indicadores de eficiencia energética, etc.



#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.6. Transporte

Como ya hemos visto en otros apartados, el principal impacto sobre el capital natural derivado del transporte urbano es la contaminación del aire, y en especial la emisión de gases GEI, que acentúan el cambio climático. Esto es así por el uso intensivo de vehículos que usan combustibles fósiles (gasolina o diésel), cuya combustión emite dióxido de carbono a la atmósfera. Por tanto, energía y transporte estarán bastante relacionados en los indicadores que veremos posteriormente.

Para mitigar estos impactos hay diversas políticas con enfoques también diversos: desde promover la compra y el uso de vehículos eléctricos (para lo cual la ciudad debe crear infraestructura de carga para dichos coches), la promoción de un transporte público eficiente y no contaminante que facilite abandonar el coche privado (cuando esto es posible), la creación de infraestructuras para nuevos tipos de movilidad urbana (bicicletas o patinetes), reducir la necesidad de medios de transporte en la ciudad mejorando los servicios en cada barrio o zona de la ciudad para que sean asequibles caminando, la prohibición de acceso o cobro de un peaje a vehículos contaminantes en determinadas zonas o en determinadas situaciones climáticas, las velocidades máximas, etc. También en el siguiente apartado veremos buenas prácticas de ciudades innovadoras respecto al transporte.

Los indicadores cuantitativos que facilitarán estas políticas pueden ser: número o proporción de vehículos no contaminantes (públicos y/o privados), número de puntos de carga eléctrica, medidas de desarrollo o eficiencia del transporte público, kilómetros de infraestructuras para nuevas formas de movilidad, número total o disminución del número de vehículos que circulan por la ciudad, etc.

La clave de la gestión del transporte en las ciudades es la multimodalidad. Diferentes medios de transporte que tienen que cubrir diferentes necesidades y a la vez hacerlo de la manera más eficiente y respetuosa con la naturaleza posible.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.7. Otros suministros

Por su gran importancia, hemos individualizado los suministros de agua, energía y alimentos. No obstante, las personas que viven en la ciudad precisan de infinidad de suministros adicionales que englobaremos en este apartado. Podemos incluir aquí vestido y calzado, mobiliario, utensilios y/o maquinaria para el hogar o negocios, dispositivos electrónicos, medicamentos, e infinidad de suministros más.

Como ya comentamos con los alimentos, no pretendemos proponer que la ciudad cuantifique los impactos en el capital natural que se derivan de la necesidad de un abanico tan grande de materias primas y procesos productivos de dichos objetos/ suministros, aunque indudablemente existen. Pero la existencia (también real) de estas necesidades nos permitirá algunas reflexiones.



En primer lugar, lo ‘antinatural’ (en el sentido de ‘alejado de la naturaleza’), que es nuestro sistema económico o sistema de consumo. Mientras que en la naturaleza todo funciona por ciclos, y no existen los desechos o residuos, porque estos son ‘inputs’ o materia prima para seguir un ciclo infinito, nuestro sistema de producción/consumo/desecho provoca tanto la desaparición de recursos como el impacto letal de nuestros residuos que puede hacer desaparecer la vida en el planeta. Y las ciudades son, quizás, el mayor exponente del consumismo y sus impactos.

La segunda reflexión deriva de esta primera: la necesidad de intentar acercarnos a la naturaleza y su forma de hacer. Hay que cambiar el sistema, y eso deberá hacerse principalmente en las ciudades, pues es donde vivirá la mayoría de la población en un futuro cercano. Aplicar y profundizar en la economía circular es imprescindible, reduciendo al máximo el consumo de recursos naturales para la fabricación de productos nuevos, aumentando la reutilización, reciclaje y rediseño, y también reduciendo desechos y residuos, que se han de tratar de reutilizar en otros procesos productivos. La ‘economía circular de las ciudades’, si puede llamarse así, acompañada (como en casi todos los otros ámbitos) por tecnología, nuevos modelos de negocio, soluciones basadas en la naturaleza, cooperación entre industrias y cooperación público-privada. Y por supuesto, también concienciando a los ciudadanos/consumidores de que ellos pueden ser también precursores del cambio, comprando con conciencia y demandando a las empresas menos productos, pero de más calidad. Porque al final, es el consumidor el que, por ejemplo, tiene en su armario infinidad de prendas de muy baja calidad y precio, en vez de tener pocas prendas pero de una calidad correcta. Será un cambio, pero el sistema se ajustará poco a poco. Y la naturaleza lo agradecerá.

Los indicadores más directos en este punto podrían encontrarse en el ámbito de la gestión de residuos, que debería minimizarse si los patrones de consumo van cambiando y la ciudad va pasando a comportarse como un ecosistema ‘circular’.

#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.8. Clima/adaptación al cambio climático

Encontramos ciudades adaptadas a prácticamente cualquier clima: temperaturas altas o bajas, lluvias intensas o prácticamente inexistentes, diferentes patrones de humedad, de viento, etc.

Y así como los ecosistemas naturales se adaptan a cada clima (con diferentes especies animales y vegetales adaptadas a él de forma natural), también lo hacen las ciudades, el urbanismo y la arquitectura. Gracias al diseño de las infraestructuras, las viviendas, de la tecnología necesaria para abastecerse de agua y otros recursos esenciales, etc.

Pero ahora el cambio climático está haciendo que esto cambie, y que las ciudades adaptadas a una climatología deban efectuar cambios para adaptarse a las nuevas condiciones: aumento de temperaturas, por ejemplo, disminución de precipitaciones, o en contraste, aumento de la frecuencia y la intensidad de las tormentas que provocan daños en las infraestructuras no adaptadas, etc.

Podríamos decir que la actividad humana ha llegado a impactar en la naturaleza de forma ya tan evidente que ha provocado cambios globales en el clima, y que estos cambios a su vez impactan en las ciudades. Y de nuevo la naturaleza, como veremos en la revisión de mejores prácticas en el siguiente apartado, puede ser la solución más eficiente para combatir el cambio climático que nosotros mismos hemos provocado.

Muchos de los indicadores que hemos visto en el resto de requisitos ya nos dan referencia también sobre la adaptación de la ciudad al cambio climático. Lo vemos en el siguiente punto.




---

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.9. Salud/bienestar

Este último requisito, como ya hemos comentado antes, creemos que debe ser uno de los nueve que la administración de la ciudad debe tener como objetivos. No se trata solo de que haya alimentos, agua, energía y viviendas. La ciudad debe aportar salud y bienestar a sus habitantes, y el capital natural tiene una importancia enorme en ello.

De nuevo, muchos de los indicadores que aplican a los otros requisitos, aplican también a la salud y bienestar: calidad de agua, aire, suministros diversos, adaptación al clima... Quizás, a todos ellos, podríamos añadir algunos relacionados con el ruido, tema muy importante en muchas ciudades del mundo. Y en general, hay que resaltar aquí de nuevo los impactos muy positivos que la naturaleza tiene sobre la salud y el bienestar de las personas. Como en el caso de la economía circular, se trataría entonces de acercar la ciudad a la naturaleza, o la naturaleza a la ciudad, no solo para disfrutar de los beneficios físicos sobre la salud que hemos visto que aporta (regulación y depuración de la composición del aire, regulación de la temperatura, añadiendo frescor), sino también los beneficios psicológicos que se derivan del contacto entre el hombre y la naturaleza.

Si la administración de la ciudad realiza el análisis de dependencias e impactos en base a los nueve requisitos básicos, obtendrá un conocimiento mucho más profundo sobre su relación con el capital natural. Seguidamente, lo que proponemos es un listado de indicadores para evaluar su desempeño de forma más objetiva. Con ello estará preparada para identificar sus riesgos y oportunidades relacionadas con la naturaleza (que será el punto siguiente).



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

### 3.3.10 Cuadro de indicadores

A continuación podemos ver una propuesta de indicadores para valorar el desempeño de la ciudad respecto al capital natural, y además vinculados con los nueve requisitos vistos.

En el anexo 1 se desarrolla cada uno de ellos incluyendo su definición, la fórmula con la que se calcula cada uno, y los requisitos con los que se relaciona.

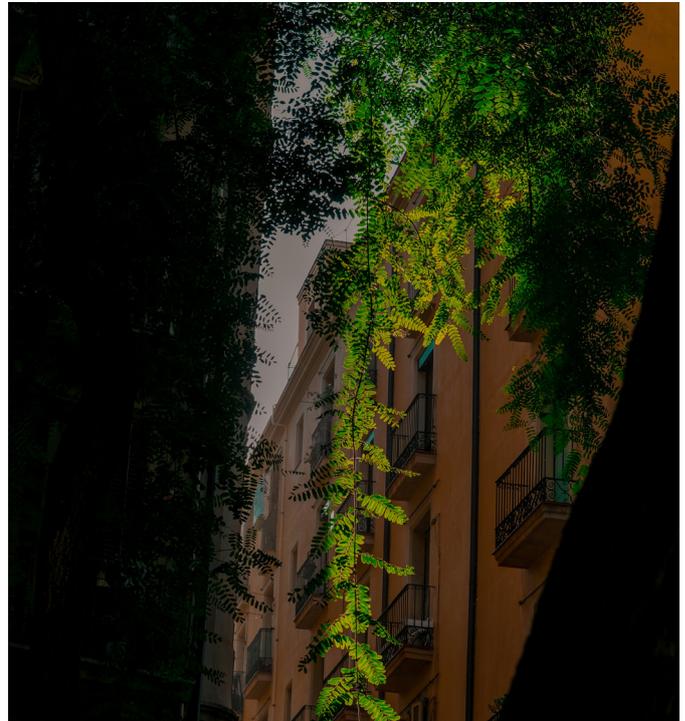
A tener en cuenta: se trata de una identificación básica de indicadores. Su utilización depende de los datos disponibles en cada ciudad.

	Suministro de agua 	Suministro de alimentos 	Suministro de energía 	Aire (calidad) 	Vivienda/ edificios/ instalaciones 	Transporte 	Otros suministros 	Clima estable/ adaptación al cambio 	Salud/bienestar 
Consumo de agua por hogar									
Porcentaje de aguas residuales urbanas									
Índice de Calidad del Agua									
Índice de Infiltración de Agua									
Índice de Erosión Costera									
Índice de Accesibilidad corredor azul									
Tasa de Producción de Alimentos									
Consumo de energía									
Eficiencia energética - calificación de eficiencia energética									
Cantidad de edificios con certificación sostenible									
Cobertura de espacios verdes urbanos									
Árboles por cápita									
Cobertura de árboles									
Captura de carbono									
Cobertura de techos verdes									
Efecto isla de calor urbana									
Índice de Calidad del Aire									
Índice de Biodiversidad									
Índice de Reducción del Tráfico									
Puntos de carga para vehículos eléctricos									
Longitud infraestructura ciclista									
Tasa de Reciclaje									
Eficiencia en la Recogida Selectiva									
Residuos municipales generados per cápita (toneladas)									
Porcentaje de población expuesta a niveles de ruido promedio día-noche (Lden) ≥ 55 dB									

## El capital natural en las ciudades

### 3.4. Riesgos y oportunidades para las ciudades, relacionados con el capital natural

A partir del primer análisis realizado en el punto anterior (dependencias e impactos) y la búsqueda de información para cumplimentar el máximo de indicadores, la ciudad ha podido evaluar su desempeño actual respecto al capital natural. Los siguientes pasos son el análisis de riesgos y oportunidades, que serán una guía para saber en qué áreas o qué tipos de proyectos puede desarrollar para la mejora de objetivos o requisitos básicos, no solo no perjudicando el capital natural, sino aprendiendo de él. Por tanto, el segundo paso es el análisis de riesgos relacionados con el capital natural. Estos riesgos se definen como amenazas potenciales para la ciudad y provienen tanto de las dependencias como de los impactos antes analizados (como hemos visto, en muchas ocasiones ambos tienen una relación muy directa).



Si tomamos como ejemplo el suministro de agua, un cambio en la naturaleza de este (una menor disponibilidad del recurso) es un riesgo para la ciudad, pues tiene una fuerte dependencia del agua para poder cubrir las necesidades de ciudadanos y empresas. Al mismo tiempo, esa reducción en la disponibilidad de agua puede ser provocada por la ciudad misma, por el impacto que crea su consumo, o bien el riesgo puede provenir de impactos externos, por ejemplo, si a causa del cambio climático hay una disminución de las precipitaciones habituales, puede causar una situación de falta de agua en la ciudad. Los principales riesgos relacionados con la naturaleza que afectan a las ciudades son los riesgos físicos, que pueden afectar a la capacidad de la ciudad de cumplir con sus nueve requisitos básicos.

Estos riesgos pueden ser agudos (si provienen de hechos puntuales que producen cambios repentinos en la naturaleza, como tormentas, incendios, plagas, etc.) o crónicos (si los cambios son graduales, como la lenta contaminación de los suelos por pesticidas o incluso el cambio climático). Pueden provenir de causas naturales, o bien ser consecuencia de decisiones o acciones realizadas por empresas o personas.

Más allá de su detección, un análisis cuidadoso de los riesgos que afectan a la ciudad pasará por evaluar, para cada uno de ellos, qué probabilidad existe de que dicho riesgo se materialice, y cuáles serían las consecuencias (la severidad de las mismas) en dicho caso. De esta forma, la ciudad es mucho más consciente, y es imprescindible un paso previo que permitirá a la ciudad encarar el último paso del proceso de análisis.

---

#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

El tercer paso es el análisis de las oportunidades relacionadas con el capital natural. Estas se definen como actividades que crean resultados positivos para la ciudad y la naturaleza, por cualquiera de las siguientes razones:

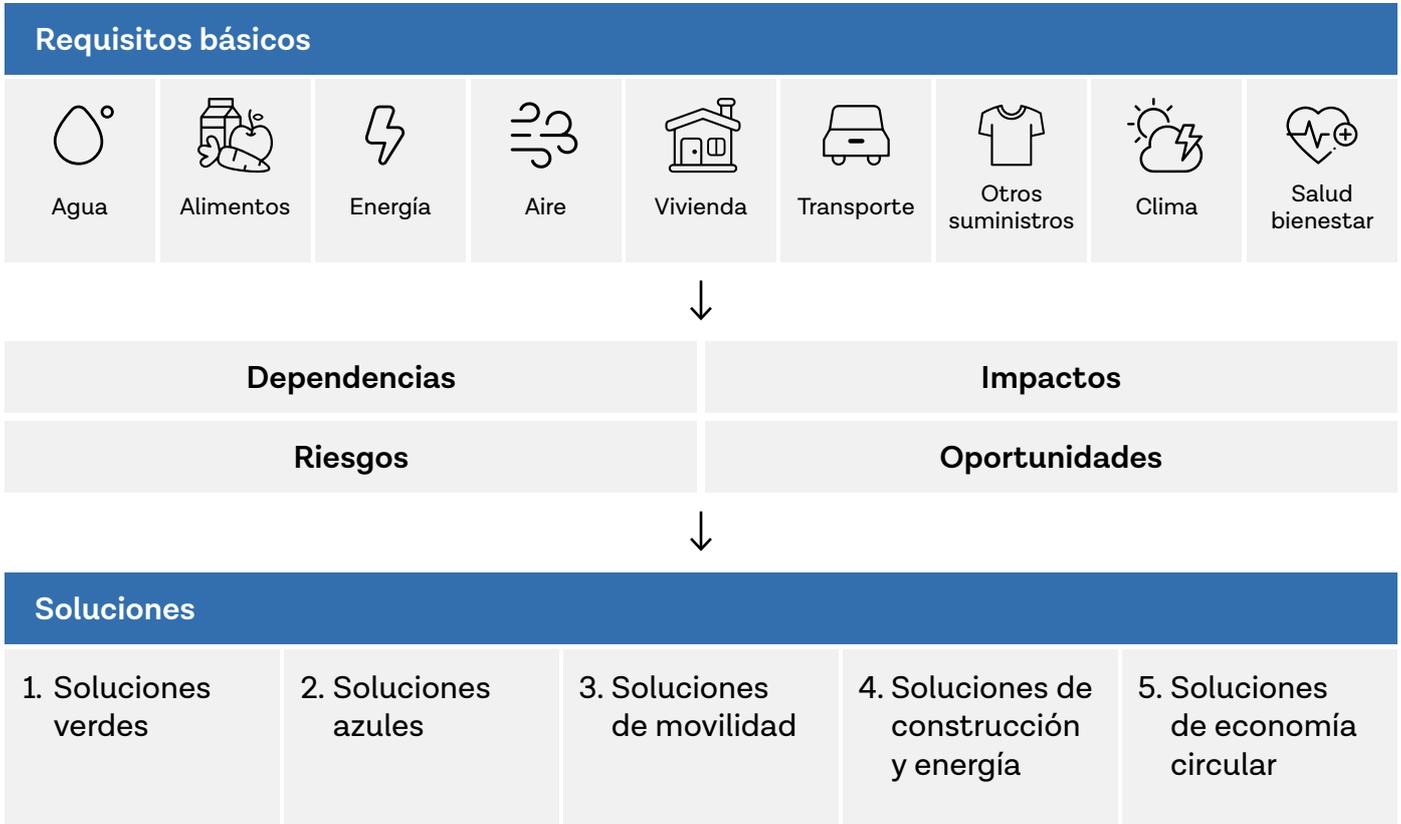
Porque crean impactos positivos

Porque evitan, reducen o mitigan impactos negativos actuales

Porque evitan, reducen o mitigan riesgos de impactos negativos potenciales.

Al igual que hemos comenzado el análisis proponiendo los nueve requisitos básicos que pueden ser comunes a cualquier ciudad, y aunque los análisis intermedios de dependencias, impactos y riesgos son particulares para cada ciudad, ahora los retomamos para proponer un marco para el análisis de las oportunidades (o posibles acciones a emprender) que pueda servir de ayuda para decidir cuáles de ellas pueden ser interesantes en base a las dependencias, impactos y riesgos de cada ciudad. Este marco se va a basar en cinco conjuntos de soluciones, que se representan en la figura 4.

**Figura 4.**  
Relación entre requisitos básicos y soluciones.



Fuente: elaboración propia.

## El capital natural en las ciudades

Cada solución se describe a continuación, y se ejemplifica en el apartado 4 del dossier.



### 1. Soluciones verdes

Relacionadas con zonas verdes, bosques, agricultura urbana, techos verdes, etc. Como veremos más adelante, estas soluciones dan cobertura a diversos de los nueve requisitos básicos que hemos analizado.



### 2. Soluciones azules

Relacionadas con el agua: regeneración de ríos, recuperación de costas, gestión del ciclo del agua, etc.



### 3. Soluciones de movilidad

Se trata, en especial, de buscar solución a los graves problemas de contaminación y emisiones de gases de efecto invernadero. Hay muchas soluciones, como veremos a continuación, y no son excluyentes.



### 4. Soluciones de construcción y energía.

Las ciudades, además de densamente pobladas, están densamente construidas, por lo que proyectos que mejoren la sostenibilidad de edificios e instalaciones pueden suponer un avance importante. Por supuesto, también lo puede ser el aumento de soluciones de generación de energía de fuentes renovables, como la energía solar.



### 5. Soluciones de economía circular.

Dentro del necesario cambio de modelo económico, estas soluciones serán prácticas encaminadas a maximizar la eficiencia en el uso de recursos, minimizar los residuos y fomentar la reutilización y el reciclaje.

Pero antes de entrar en profundidad en cada tipo de solución, conociendo ejemplos de ciudades que ya las están implantando, nos fijaremos en tres palancas que las ciudades pueden utilizar para impulsar cualquiera de las soluciones propuestas.

## El capital natural en las ciudades

La primera de ellas sería la **tecnología e innovación**. En cualquiera de los tipos de soluciones propuestas, el uso de tecnología puede ser una importante palanca para hacerlas mucho más eficientes. Por ejemplo, la tecnología de control y de riego en las soluciones verdes, o detectores de pérdidas en la gestión del ciclo integral del agua, así como también nuevos materiales y nuevas tecnologías en las soluciones de construcción, etc. Todos ellos multiplican los efectos benéficos de las soluciones implantadas.

La segunda sería la **regulación**. La Unión Europea quiere liderar la transición sostenible, por lo que está desarrollando un importante cuerpo regulatorio con dicho objetivo. En muchos casos, solamente la propia labor de conocer la legislación que se aplica al ámbito de decisión correspondiente (tanto si es una empresa como una ciudad), ya constituye una palanca para el cambio.

La tercera sería la **cooperación**. Entendida de diferentes formas y todas ellas útiles.

**Cooperación entre ciudades.** Las ciudades han ido creando diversos marcos en los que reunirse y compartir experiencias. Veamos algunos ejemplos.

### [Global Covenant of Mayors for Climate and Energy](#)

Es la alianza global más grande para el liderazgo climático de las ciudades de todos los continentes, construida sobre el compromiso de más de 12.500 ciudades y gobiernos locales.

### [C40](#)

Es una red global de alcaldes de las principales ciudades del mundo que están unidos en la acción para combatir la crisis climática.

### [Eurocities](#)

Es la red de las «grandes ciudades europeas» que constituye una plataforma para compartir ideas, intercambiar experiencias y elaborar respuestas. Tiene 200 miembros, entre ciudades de pleno derecho y ciudades asociadas, que representan a 130 millones de habitantes.

### [Covenant of Mayors \(EU\)](#)

El Pacto de las Alcaldías de la UE por el Clima y la Energía reúne a miles de gobiernos locales que quieren garantizar un futuro mejor para sus ciudadanos. Al unirse a la iniciativa, se comprometen voluntariamente a implantar los objetivos en materia de clima y energía de la UE.

**Cooperación entre el sector público y privado,** Ya se ha comentado anteriormente que, dependiendo de las circunstancias particulares de cada ciudad, puede darse que según qué suministros (por ejemplo, el de agua) puedan ofrecerse a través de organizaciones públicas o privadas, por lo que es imprescindible una buena relación entre la ciudad y todas ellas, así como unos objetivos compartidos.

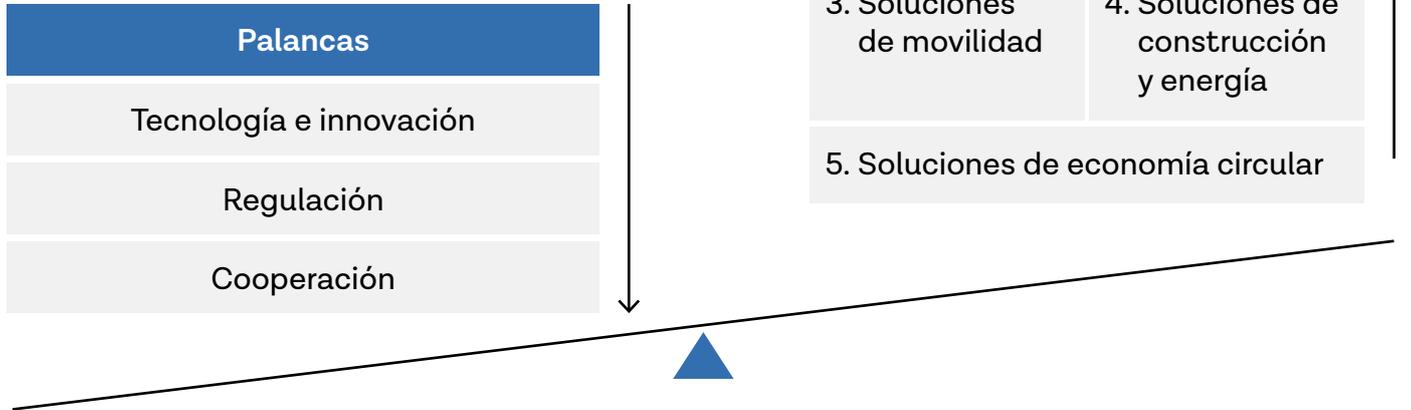
**Cooperación entre ciudadanos y con los objetivos de la ciudad.** En muchos momentos del análisis, hemos hecho referencia a que son los propios ciudadanos los que toman decisiones que afectan al desempeño de la ciudad como sostenible o no, que determinan los impactos o agudizan las dependencias. Por tanto, todas las soluciones propuestas también serán mucho más efectivas con la cooperación entre todas las partes, también con unos objetivos compartidos.

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## El capital natural en las ciudades

Figura 5.  
Palancas y su efecto sobre las soluciones.



Pasemos a ver las diferentes soluciones y mejores prácticas en cada una.



## 4. Soluciones y revisión de mejores prácticas

Los ejemplos de soluciones que se presentan a continuación han sido identificados a través de una revisión integradora de literatura académica y práctica, escogiendo las más referenciadas y con resultados positivos después de su implementación.

### 4.1. Soluciones verdes

Cada vez más ciudades alrededor del mundo están implementando zonas verdes en sus centros y suburbios con el objetivo de cuidar el capital natural. Estas áreas no solo mejoran la calidad del aire y reducen el efecto de isla de calor, sino que también ofrecen espacios para la biodiversidad local, embellecen las ciudades y mejoran la calidad de vida de los residentes al proporcionar un mayor acceso a espacios verdes. Además, ayudan a reducir el riesgo de inundaciones al capturar y filtrar el agua de lluvia. También se está incrementando la silvicultura urbana, con sus múltiples beneficios.

#### 4.1.1 Parques urbanos



En ciudades con amplios espacios es común encontrar parques urbanos que actúan como pulmones verdes. La silvicultura urbana, por su parte, implica la plantación y gestión de árboles en entornos urbanos, lo que también reduce la contaminación del aire, proporciona sombra y enfría las áreas residenciales y comerciales. Esto mejora la habitabilidad de la ciudad y fomenta un mayor contacto con la naturaleza.

Un claro ejemplo de cómo los parques urbanos pueden influir positivamente en la biodiversidad y las comunidades locales son el Parque del Bosque Urbano en Medellín, Colombia (Restrepo Soto, 2017) o el [Bosque de Tlalpan](#) en Ciudad de México, que abarca 252 hectáreas. Estos parques, que albergan una gran diversidad de flora y fauna, sirven como centros comunitarios que conectan a los residentes con la naturaleza, promoviendo la educación ambiental y brindando un espacio para la recreación.

De manera similar, [Central Park](#) en Nueva York es un ejemplo icónico de cómo un parque urbano puede mejorar la calidad de vida y restaurar el capital natural en una metrópolis densa. Inaugurado en 1858, este extenso espacio verde, de más de 340 hectáreas en Manhattan, actúa como un pulmón para la ciudad al absorber dióxido de carbono, da un refugio contra el calor urbano y mejora la biodiversidad al servir de hogar para aves y otras formas de vida silvestre. Otra ciudad que ha estado incorporando y expandiendo zonas verdes de manera significativa es Londres, con el [Queen Elizabeth Olympic Park](#) o el [London National Park City](#), que fomentan la cohesión comunitaria al proporcionar un lugar donde tanto residentes como turistas pueden disfrutar de actividades recreativas al aire libre, desde paseos en bote y picnics hasta deportes y eventos culturales.

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.1.2 Silvicultura y agricultura urbana y periurbana



Los huertos urbanos de [Detroit](#), (Michigan, EE. UU.), demuestran otro enfoque valioso para restaurar el capital natural. Estos huertos han ayudado a revitalizar vecindarios, proporcionando a las comunidades alimentos frescos y una conexión con la tierra.

Un ejemplo similar lo encontramos en [Portland](#) (Oregón, EE. UU.), que ha implementado programas extensos de silvicultura urbana, plantando miles de árboles anualmente para mejorar la calidad del aire, mitigar la escorrentía de las aguas pluviales y mejorar la biodiversidad urbana. La ciudad pretende hacer crecer su bosque urbano ofreciendo árboles gratuitos o subsidiados con programas sociales.

En Melbourne (Australia) también promueven la agricultura urbana a través de jardines y huertos comunitarios, hubs de compost, e iniciativas como [Melbourne Food Hub](#), que apoya la producción y distribución de alimentos locales. En Alemania, algunos parques urbanos han adoptado un enfoque innovador en la selección de su vegetación, priorizando plantas que no solo embellecen el entorno, sino que también ofrecen beneficios tangibles para los habitantes. En lugar de centrarse únicamente en la estética, muchas ciudades alemanas están plantando especies con propiedades farmacéuticas, químicas, nutritivas o que contribuyen a la salud y el bienestar de la comunidad.

Este enfoque multifuncional promueve un uso sostenible y educativo de los espacios verdes, permitiendo a los residentes no solo disfrutar de un ambiente agradable, sino también acceder a recursos naturales que pueden mejorar su salud y calidad de vida. Así, estos parques se convierten en laboratorios vivos, donde se cultivan plantas medicinales, hierbas comestibles y especies que contribuyen a la purificación del aire, creando un entorno urbano más resiliente y autosuficiente.

Un ejemplo notable de este enfoque se encuentra en el [Prinzessinnengarten](#) de Berlín, fundado en 2009. En este jardín se cultivan hierbas medicinales como la menta, la salvia y la lavanda, que tienen propiedades terapéuticas y se utilizan para la preparación de remedios caseros. Además, se plantan vegetales y frutas, como tomates, lechugas y fresas, que los residentes pueden cosechar y consumir, promoviendo una alimentación saludable y sostenible. También se incluyen plantas que mejoran la calidad del suelo y actúan como bioindicadores, ayudando a mantener un ecosistema urbano equilibrado. El [Prinzessinnengarten](#) ejemplifica cómo un enfoque orientado a la funcionalidad de las plantas puede transformar los espacios urbanos en recursos valiosos para la comunidad, proporcionando beneficios que van más allá de la simple belleza estética, y contribuyendo al bienestar general de los habitantes de la ciudad.

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

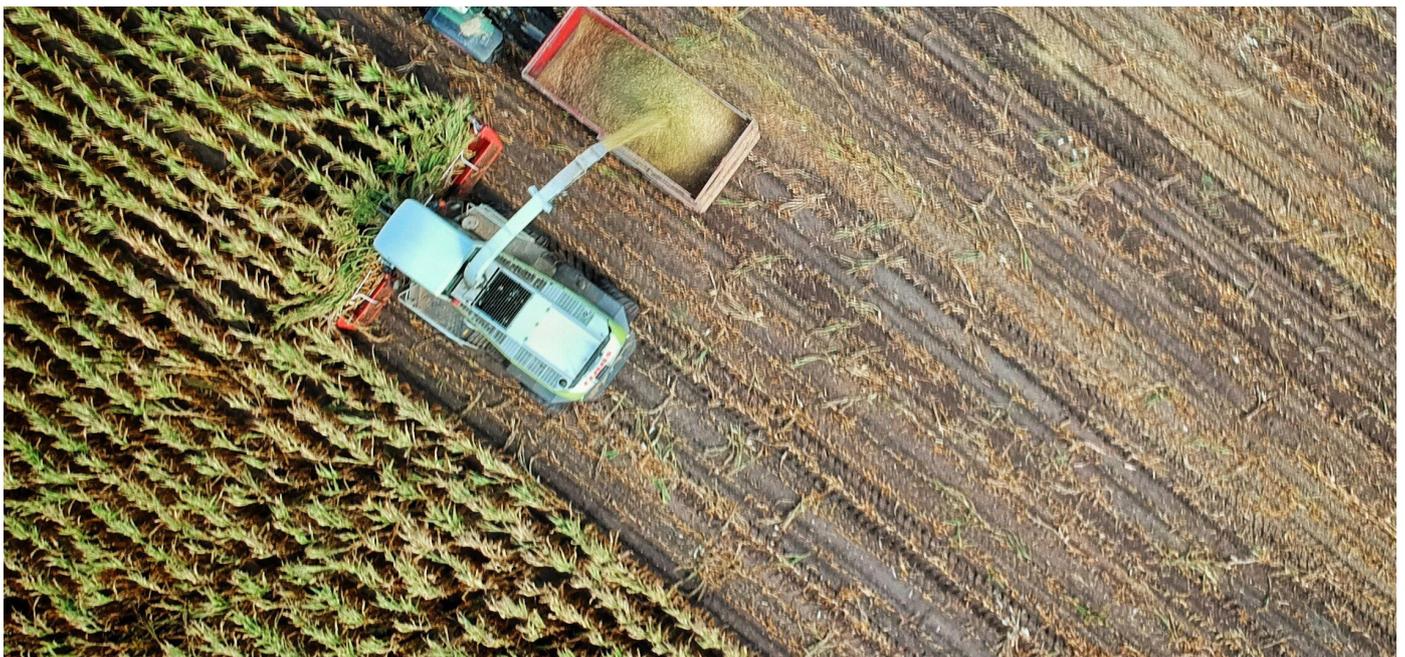
## Soluciones y revisión de mejores prácticas

Dos ejemplos más de ciudades que, además de integrar la agricultura urbana en la ciudad, la utilizan para reforzar la cultura, mejorar la seguridad alimentaria y reducir el estrés agroalimentario son Bari (Italia) y Burdeos (Francia). Por un lado, la región de Puglia, donde se encuentra Bari, es famosa por su producción agrícola, especialmente de olivos, tomates y trigo. La ciudad ha aprovechado este capital natural para promover mercados de agricultores y huertos comunitarios dentro de sus límites urbanos, permitiendo a los residentes acceder a alimentos frescos y locales (Metropolitan City of Bari, 2022).

Mercados como el Mercato Coperto di Santa Scolastica son puntos de encuentro donde se celebra diariamente la cultura alimentaria de la región, fortaleciendo el vínculo entre la ciudad y sus recursos rurales. Bari también organiza numerosos festivales gastronómicos, como la "Sagra della Orecchietta", que resaltan la riqueza de su cultura alimentaria y educan a la comunidad sobre la importancia de la agricultura local y la sostenibilidad alimentaria.

Por otro lado, Burdeos, conocida mundialmente por sus viñedos, producción de vino y [denominación de origen](#), ha capitalizado esta riqueza para integrar la cultura, la ciudad y los alimentos. Los viñedos circundantes no solo producen algunos de los mejores vinos del mundo, sino que también son una atracción turística importante. Mercados como el Marché des Capucins ofrecen una variedad de productos frescos y locales, y la gastronomía local, que incorpora estos productos, es esencial para la cultura bordelesa. Burdeos ha desarrollado una fuerte industria de enoturismo, ejemplificada por la Cité du Vin, un museo dedicado al vino que educa a los visitantes sobre la historia y la cultura del vino. Además, la ciudad invierte en espacios verdes y proyectos de agricultura urbana, como el desarrollo de huertos urbanos, que aumentan la producción local de alimentos y fomentan la sostenibilidad (France.fr, n.d.).

Ambos municipios implementan programas educativos y prácticas sostenibles que mejoran la resiliencia alimentaria y fortalecen el sentido de comunidad, preservando tradiciones locales y celebrando su patrimonio cultural.



## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.1.3 Techos verdes y jardines verticales

Al mismo tiempo, otras ciudades han optado por estructurar las zonas verdes en techos y jardines verticales. En Estados Unidos, [Chicago](#) ha sido pionera al implementar techos verdes en más de 500 edificios. De forma similar, Washington D.C. se propuso un objetivo ambicioso de alcanzar: un 20% de techos verdes para 2020, demostrando así su compromiso con la sostenibilidad (Stutz, 2010). [San Francisco](#), por su parte, ha impuesto desde enero de 2017 que la mayoría de las nuevas construcciones incluyan techos verdes o paneles solares. Esto ha resultado en que entre el 15% y el 30% de los edificios de la ciudad cumplan con este mandato, ayudando a reducir las emisiones de carbono. La ciudad de [Melbourne](#), en Australia, también ha implementado iniciativas de techos verdes, como el edificio Council House 2, que cuenta con un extenso jardín en la azotea que reduce el consumo de energía y mejora el confort térmico.



En Europa, Copenhague ha adoptado una política para obligar a que todos los edificios municipales de nueva construcción tengan techos verdes si la pendiente es menor de 30 grados. Esta regla se aplica a una amplia variedad de construcciones, desde refugios para bicicletas hasta escuelas y garajes subterráneos. Mientras tanto, en Suecia, [Malmö](#) ha avanzado considerablemente en la adopción de techos verdes, con proyectos que han transformado el horizonte de la ciudad.

En resumen, las zonas verdes son un ejemplo destacado de cómo la planificación urbana puede integrar con éxito espacios naturales en ciudades, brindando beneficios sociales, ambientales y económicos que van más allá de su atractivo estético, y que dan una respuesta multifuncional a los desafíos urbanos.

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.1.4 Corredores verdes



Los corredores verdes representan otra solución innovadora para restaurar el capital natural en las ciudades, combinando espacios naturales conectados para la flora y fauna con diseño urbano sostenible. Estos corredores crean vías de acceso entre áreas protegidas, permitiendo la migración de especies y la dispersión de plantas. Además, facilitan espacios recreativos para los residentes, mejorando el entorno urbano al proporcionar sombra, reducir la temperatura, purificar el aire, filtrar el agua de lluvia y ofrecer rutas para caminar o andar en bicicleta. Su importancia radica en que son un puente entre las necesidades ambientales y las sociales, proporcionando un beneficio integral para el tejido urbano y la salud de sus residentes.

En Barcelona, el enfoque en estos corredores ha permitido conectar áreas protegidas y parques dentro del tejido urbano. Mediante la integración de una red de corredores verdes, se ha logrado un espacio más saludable para los residentes, que enlaza los espacios verdes del municipio con los cuatro grandes ámbitos naturales que enmarcan la ciudad: Collserola, el litoral y los ríos Besós y Llobregat (Ayuntamiento de Barcelona, 2020). Otro ejemplo lo encontramos en [Vitoria-Gasteiz](#), que tiene un anillo verde que ha transformado la periferia degradada en un espacio natural de alto valor ecológico, y en la principal zona recreativa de la ciudad.



## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.1.5 Planes de adaptación y regulación

La adaptación de la regulación a la ciudad se refleja en programas urbanos de biodiversidad y/o adaptación al cambio climático. Un ejemplo es el Plan de Biodiversidad de Singapur, que destaca en su [Singapore Green Plan 2030](#). Singapur, a pesar de su densa población como ciudad-estado, ha priorizado los espacios verdes y la conservación de la biodiversidad.

La ciudad ha integrado la infraestructura verde en su planificación urbana, incluida la [NParks Park Connector Network](#), que enlaza parques y reservas naturales en toda la isla. Asimismo, cuenta con el jardín en la azotea más grande del mundo en Gardens by the Bay, que exhibe el potencial de la vegetación urban para mejorar la habitabilidad y la sostenibilidad ambiental. Además, desde 2018, se ha establecido un proyecto de investigación por el Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich) para entender los beneficios del capital natural en la ciudad, conocido como Natural Capital Singapore, parte del Singapore-ETH Centre.

Con el objetivo de alcanzar la neutralidad de carbono para 2025, Copenhague ha implementado la iniciativa “Copenhagen climate adaptation plan”, definiendo estrategias para abordar riesgos como el aumento de las precipitaciones, el nivel del mar más alto y las islas de calor urbanas. Describen estrategias de mitigación, incluyendo sistemas de drenaje urbano sostenible para gestionar las aguas pluviales, las mejoras en la infraestructura y las medidas de preparación para emergencias. También resaltan la cooperación en varios niveles, desde local hasta internacional.

Además, el enfoque integral de las "ciudades limpias" se evidencia en [“The greening of Bangkok”](#). Este proyecto busca transformar la capital tailandesa en una ciudad más verde y sostenible, con iniciativas como la expansión de parques y espacios verdes urbanos, el desarrollo de infraestructuras para bicicletas y el fomento del transporte público para reducir la dependencia de vehículos privados. Estas acciones están destinadas a embellecer la ciudad y proporcionar espacios de recreo para los residentes, mientras combaten problemas ambientales críticos como la contaminación del aire y el calor excesivo. La estrategia de "ciudades limpias" en Bangkok también incluye la educación y sensibilización de los ciudadanos sobre la importancia de prácticas sostenibles y el respeto por el medio ambiente.



#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.2. Soluciones azules

#### 4.2.1 Restauración de ríos urbanos

La restauración de ríos urbanos es una estrategia clave para revitalizar las ciudades, recuperando ecosistemas acuáticos dañados y transformando áreas previamente industrializadas en espacios públicos que ofrecen servicios ecosistémicos y recreativos. Un ejemplo destacado de esta práctica es la restauración del río Cheonggyecheon en Seúl, Corea del Sur (Robinson y Hopton, 2011).

Este proyecto transformador, que se inició en 2003 y se completó en 2005, eliminó una autopista elevada que cubría el río Cheonggyecheon, devolviendo a la ciudad un entorno natural que había sido desplazado durante décadas. El proyecto restauró más de 5,8 kilómetros de río, creando un corredor natural con áreas verdes, caminos peatonales y puentes. El proceso no solo trajo de vuelta la fauna y la flora locales, sino que también redujo la temperatura en el área circundante, mejoró la calidad del aire y el agua, e impulsó la biodiversidad. Además, el nuevo espacio se ha convertido en un punto focal para los residentes, ofreciendo una vía peatonal y un espacio público que mejora el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos.

Este proyecto también tuvo un impacto positivo en la economía local, ya que la restauración del río atrajo a turistas y revitalizó las áreas comerciales y de servicios. El ejemplo de Cheonggyecheon demuestra que la recuperación de ríos urbanos puede ser una estrategia efectiva para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos de las ciudades modernas, transformando áreas deterioradas en prósperos centros comunitarios y demostrando cómo la naturaleza puede integrarse exitosamente en entornos urbanos (ONU Habitat, 2018). Otros casos de éxito los encontramos en el

Río Llobregat y en el Río Besós. En primer lugar, el Río Llobregat y su delta son áreas de gran importancia ambiental y agrícola, pero están altamente urbanizadas debido a su proximidad a la conurbación urbana más grande del sur de Europa. A pesar de esto, el Delta del Llobregat ha sido declarado Parque Natural y se ha integrado en la Red Natura 2000 de espacios naturales europeos. Sin embargo, el desarrollo urbano e industrial ha impactado significativamente en el medio ambiente, especialmente en la calidad del agua del río y las playas circundantes.

En segundo lugar, el proyecto de intervención en el río Besós se centró en mejorar la calidad del agua y el entorno ambiental mediante la implementación de humedales construidos en el cauce del río y la restauración de la vegetación autóctona. Financiado con 20 millones de euros de los Fondos de Cohesión de la UE, logró la creación del parque fluvial, que además de mejorar la calidad del agua, proporcionó un espacio verde crucial para la comunidad local (Martín-Vide, 2015). La construcción de depuradoras, como la del Prat de Llobregat, ha sido un hito importante en la mejora de la calidad del agua y la recuperación de las áreas naturales y recreativas en torno al río.

Estas depuradoras, entre las más grandes de Europa, han contribuido a la restauración de la calidad del agua del río y han permitido que las playas vuelvan a ser utilizadas para actividades recreativas. Además, proyectos como las "vies blaves" ("vías azules"), que buscan crear rutas fluviales desde el nacimiento del Llobregat hasta el mar, han sido reconocidos internacionalmente por su impacto positivo en la integración urbana y ambiental.

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.2.2 Ciudades esponja

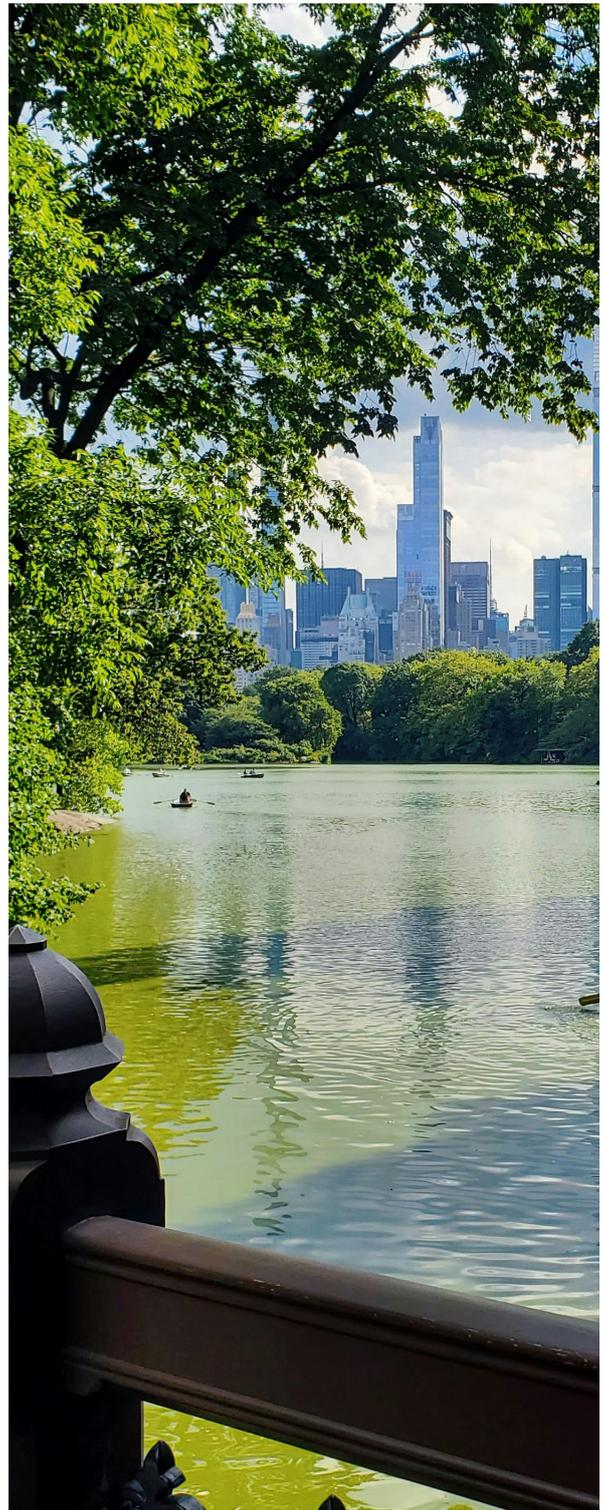
Otra estrategia innovadora se centra en la gestión del agua urbana en forma de ciudades esponja.

El concepto implica la creación de infraestructuras naturales que permitan a las ciudades absorber, retener y filtrar el agua de lluvia, de forma similar a como lo haría una esponja. Estas infraestructuras incluyen áreas verdes, techos verdes, estanques de retención, humedales artificiales y pavimentos permeables.

El propósito principal es capturar el agua de lluvia allá donde cae, evitando que desborde los sistemas de drenaje tradicionales y cause inundaciones. Además, estas infraestructuras también filtran el agua, permitiendo que se infiltre gradualmente en los acuíferos subterráneos, y la devuelven de manera controlada a ríos y lagos. De esta forma, se reducen los problemas de escasez de agua y se mejora la calidad del agua en general.

El enfoque de las ciudades esponja ha sido implementado con éxito en ciudades como Wuhan, China, donde se ha desarrollado una red de humedales y lagos conectados que actúan como grandes depósitos naturales (Peng y Reilly, 2021). Estos humedales no solo absorben el agua de lluvia, sino que también ofrecen un hábitat para la biodiversidad y espacios recreativos para los residentes.

Las ciudades esponja demuestran que es posible diseñar infraestructuras urbanas sostenibles que integren la naturaleza para crear un entorno más resiliente y habitable (Oates et al., 2020).



#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.2.3 Revitalización de ecosistemas acuáticos

En ciudades ubicadas cerca de zonas con agua, ya sea costeras o fluviales, la contaminación del agua puede ser un desafío. Para abordar esta problemática, cada vez más vemos ciudades recurriendo a soluciones basadas en la naturaleza para proteger, mejorar y regenerar los ecosistemas clave que bordean las ciudades. Entre estas soluciones, los moluscos filtradores emergen como una herramienta prometedora para la depuración de aguas contaminadas. Estos organismos acuáticos no solo actúan como eficientes limpiadores del agua, sino que también desempeñan un papel vital en la mejora de la calidad del hábitat acuático y la activación del ciclo de nutrientes. Buenos ejemplos los encontramos en Nueva York y Murcia.

En Nueva York, el proyecto [Billion Oyster](#) tiene como objetivo restaurar la población nativa de ostras en el estuario del río Hudson para limpiar el agua y proteger contra la erosión costera. Este proyecto, iniciado en 2014, busca revitalizar la bahía de Nueva York mediante la siembra masiva de ostras, aprovechando su capacidad para filtrar el agua y mejorar la calidad del hábitat. Además, el proyecto Living Breakwaters, en colaboración con Billion Oyster Project, está implementando arrecifes artificiales recubiertos de ostras para reducir el impacto del oleaje en la ciudad. Otros lugares como la bahía de Chesapeake, en Estados Unidos, y la ciudad de Tokio, en Japón, también están llevando a cabo proyectos similares de revitalización de ecosistemas acuáticos.

En España, específicamente en el Mar Menor de Murcia, se está llevando a cabo el proyecto [RemediOS](#), un proyecto experimental para sembrar ostras nativas con el objetivo de

filtrar las aguas cargadas de nutrientes y reducir la contaminación. Este proyecto, aprobado en 2024 y financiado por la Fundación Biodiversidad, está coordinado por la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE) y llevado a cabo por el Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), con la participación de WWF-España. Además, en algunas regiones, la restauración de manglares es crucial para la protección costera y la biodiversidad. Al replantar árboles en áreas donde han sido eliminados, se ayuda a reducir la erosión y a mejorar las condiciones de vida de numerosas especies marinas y terrestres. Ciudades como Bangkok (Fast y Menasveta, 2003) y Río de Janeiro (Rodrigues y Savarase, 2024) han reconocido la importancia de los manglares, y están trabajando activamente en su restauración.

La restauración de arrecifes y praderas marinas es también fundamental en las ciudades que dependen de ellos. Los arrecifes de coral y las praderas son hábitats críticos para muchas especies marinas, y sirven como barreras naturales que disminuyen la fuerza de las olas, protegiendo las costas de la erosión. Proyectos en regiones como el [Caribe](#) están demostrando cómo la rehabilitación de estos ecosistemas puede ser efectiva para la conservación marina y la protección costera.

Finalmente, la rehabilitación de estuarios y humedales, como los que se están restaurando en el río Ballona en [Los Ángeles](#), ofrece múltiples beneficios. Estos incluyen la mejora de la calidad del agua, la creación de hábitats para la vida silvestre y la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.2.4 Gestión del litoral y corredores azules

El litoral urbano es una zona vital por sus servicios ecosistémicos, incluyendo la protección contra eventos climáticos extremos y la conservación de la biodiversidad, pero las soluciones dependen de la geografía urbana. En ciudades con zonas de playas, como en la ciudad de [Calafell](#), encontramos que las buenas prácticas incluyen desmontar estructuras fijas de cemento para ganar espacio para las playas.

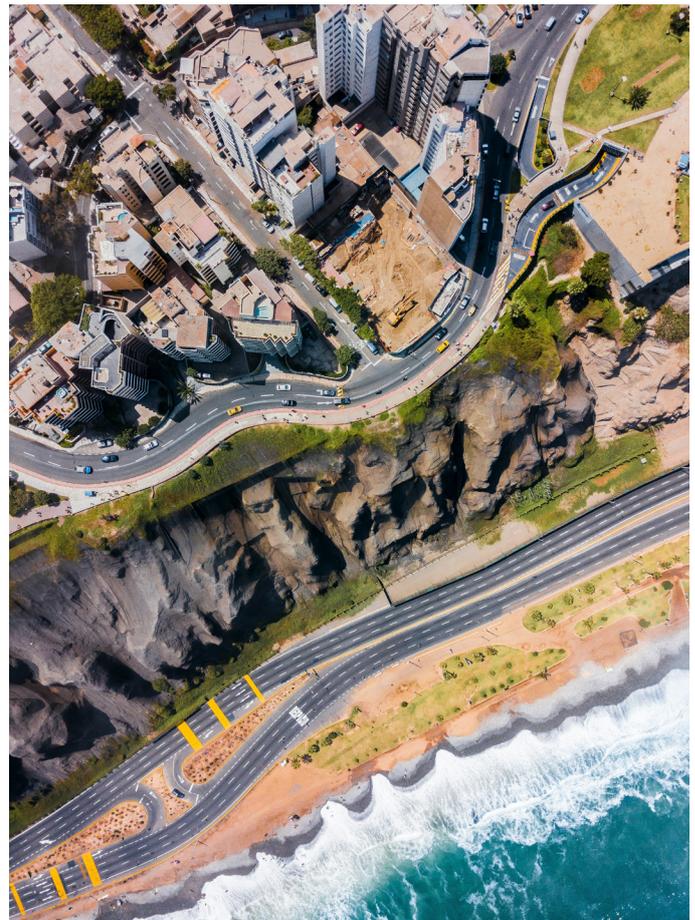
En Barcelona, la restauración de capital natural en entornos costeros es una prioridad estratégica. La ciudad ha desarrollado un [Plan Litoral](#) que integra varias iniciativas para reducir el riesgo de gentrificación de los barrios del litoral, la masificación de muchos espacios públicos, los impactos del transporte marítimo y terrestre sobre la calidad del aire, las vulnerabilidades ambientales del frente litoral y el desconocimiento del balance socioeconómico de las actividades que se llevan a cabo en el litoral.

Paralelamente, la restauración de dunas en zonas costeras constituye otra estrategia esencial, especialmente en ciudades como [Miami](#), donde las dunas son una defensa natural contra las tormentas y la erosión. La plantación de vegetación nativa y la limitación del acceso a estas áreas son esenciales para mantener su integridad y funcionalidad. Al igual que los corredores verdes, los corredores azules también representan una solución innovadora para restaurar el capital natural en las ciudades, combinando cuerpos de agua conectados con diseño urbano sostenible.

Facilitan espacios recreativos para los residentes y mejoran el entorno urbano al purificar el aire, filtrar el agua de lluvia y ofrecer rutas para caminar o andar en bicicleta.

Estos corredores, al igual que los verdes, son un puente entre las necesidades ambientales y las sociales, proporcionando un beneficio integral para el tejido urbano y la salud de sus residentes.

En Barcelona, el [Corredor del Litoral](#) permite articular una conexión continuada entre el río Besós y el río Llobregat, pasando por diferentes parques y espacios libres que actúan como nodos de biodiversidad: la desembocadura del río Besós, el parque del Litoral, la Ciutadella, Montjuïc, y zonas húmedas de los deltas, así como discurrir por la primera línea de mar y el fondo marino, facilitando el contacto entre hábitats terrestres y marinos.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas



### 4.3 Soluciones de movilidad

La nueva [Ley de Movilidad Urbana de la Unión Europea](#), actualizada en 2023, apunta a transformar la movilidad urbana en las ciudades europeas hacia sistemas más sostenibles, accesibles e inteligentes. Esta legislación enfatiza la importancia de promover el transporte colectivo y la movilidad activa como núcleos centrales para alcanzar una movilidad urbana sostenible, que permita gestionar mejor el tráfico y mejorar la planificación. La propuesta incluye la mejora de la infraestructura para el transporte colectivo y estrategias para la integración de diferentes modos de transporte a través de servicios digitales multimodales, como la movilidad como servicio (MaaS), que integra diversas opciones de transporte en un único sistema accesible.

Varias alternativas alineadas a la nueva Ley se describen a continuación.

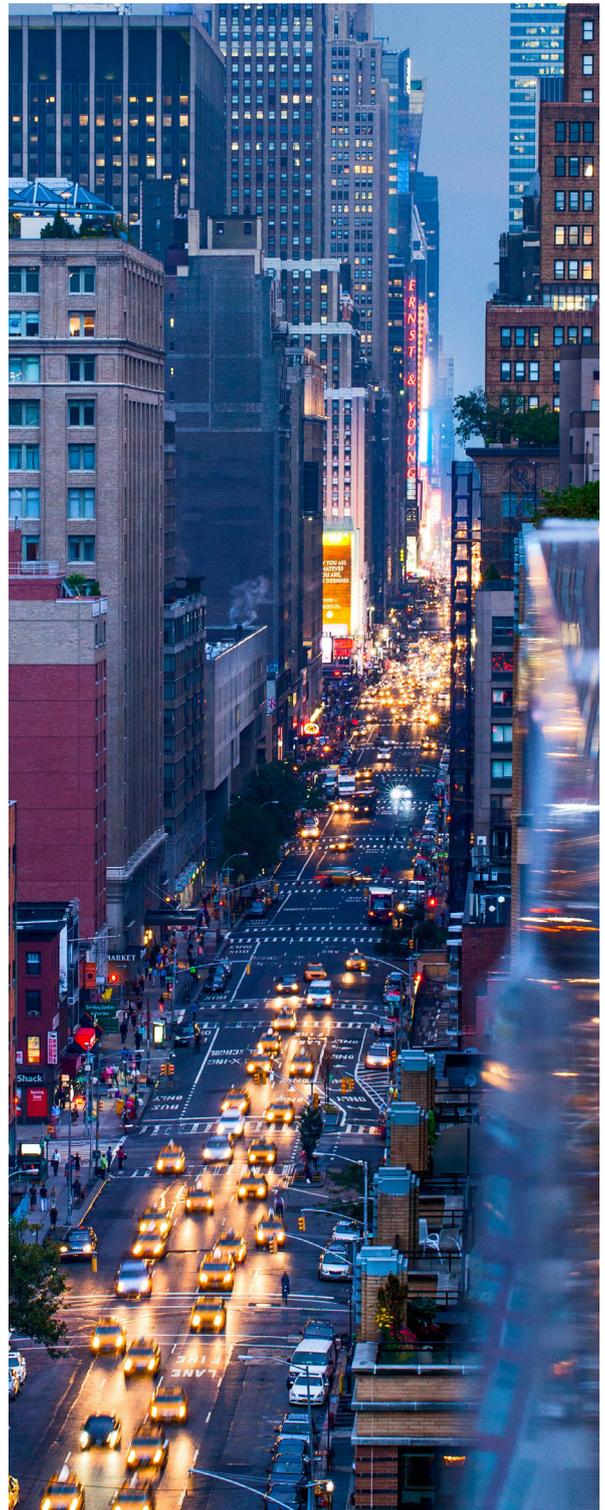
## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.3.1 Peajes urbanos

Los peajes urbanos, dirigidos a cobrar tarifas a los vehículos que ingresan o transitan en ciertas áreas (generalmente en el centro o en zonas congestionadas) de una ciudad, han demostrado ser soluciones efectivas al ser implementados en ciudades como Estocolmo, Londres y Milán. En estas ciudades, los peajes han logrado una reducción significativa del tráfico y las emisiones en el centro, y en Londres, los ingresos generados se han destinado directamente a la mejora del transporte público (Croci, 2016).

Además, la multimodalidad se presenta como una estrategia crucial para mejorar la sostenibilidad del transporte urbano. Como se ha evidenciado en ciudades como Santiago de Chile, la mejor opción es combinar diferentes métodos de transporte y una red de transporte público para que lleguen a todos los habitantes, tanto a nivel urbano como interurbano, facilitando así un sistema más accesible y eficiente para todos sus habitantes.

Este enfoque se complementa con la Autopista Central, que alivia el tráfico interurbano y promueve el uso del transporte público, mostrando cómo las soluciones integradas pueden fomentar una movilidad más limpia y eficiente.



## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.3.2 Transporte eléctrico y de bajas emisiones

Para apoyar la transición hacia opciones de transporte más sostenibles, la expansión de infraestructuras para vehículos eléctricos, como los puntos de recarga, es fundamental.

Por ejemplo, Oslo (Noruega) se ha convertido en una de las ciudades líderes en la adopción de vehículos eléctricos. La ciudad ha instalado miles de puntos de recarga, tanto públicos como privados, para apoyar el creciente número de vehículos eléctricos. Además, ofrece incentivos fiscales y ventajas como la exención de peajes y aparcamiento gratuito para fomentar la transición de los automóviles de combustibles fósiles a los vehículos eléctricos de forma satisfactoria (Glasco, J., 2022)

Asociada a esto, la implementación de zonas de bajas emisiones mejora significativamente la calidad del aire urbano al restringir el acceso a vehículos altamente contaminantes. Casos de buenas prácticas los encontramos tanto en Madrid Central como en Barcelona. En Madrid, la iniciativa redujo el tráfico en la zona restringida en un 8.1%, mejoró la calidad del aire localmente, y se observó una modernización de la flota vehicular hacia opciones más limpias. Aun así, también hubo un desplazamiento del tráfico hacia zonas no restringidas, una consecuencia relevante y no deseada de la implementación, que se debe tener en cuenta a la hora de diseñar estas soluciones (Tassinari, F., 2023).

En Barcelona, en diciembre de 2017 se implementó la Zona de Bajas Emisiones Rondes de Barcelona (ZBE), un área de más de 95 km<sup>2</sup> que restringe progresivamente la circulación de los vehículos más

contaminantes. A partir de enero de 2020, la ZBE se estableció de manera estructural, y el régimen sancionador entró en vigor en septiembre del mismo año para vehículos sin etiqueta ambiental, ampliándose gradualmente a otros tipos de vehículos.

Los resultados de la iniciativa muestran una reducción significativa en el uso de coches sin etiqueta ambiental y una disminución en la congestión. Sin embargo, no se observó un aumento en el uso del transporte público, sino un cambio hacia motocicletas no contaminantes (Sánchez, M., 2023).



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.3.3 Transporte público

En cuanto a conseguir un buen sistema de transporte público, encontramos el ejemplo de [Curitiba](#), en Brasil. La ciudad ha implementado un extenso sistema de transporte rápido de autobuses (BRT), reduciendo la congestión y las emisiones de carbono. El servicio de BRT resultó en 27 millones menos de viajes en automóvil cada año, y alrededor de 27 millones de litros menos de combustible anualmente. Además, en la ciudad se utiliza aproximadamente un 30% menos de combustible por persona debido a su alto uso del transporte público, y su contaminación del aire ambiental es una de las más bajas en Brasil.

La mejora en movilidad también ha conllevado mejoras en el contexto de desigualdad social en [Sao Paulo](#), con iniciativas de construcción acelerada de estaciones de metro y tranvía que intentan asegurar el acceso y la seguridad integral de todos los ciudadanos.

Adicionalmente, la conexión entre áreas urbanas y rurales a través del transporte público es fundamental para promover un desarrollo equilibrado y sostenible. Este tipo de conexión no solo facilita el acceso de los residentes urbanos a los recursos naturales y productos agrícolas de las zonas rurales, sino que también brinda oportunidades económicas y sociales a las comunidades rurales al permitirles acceder a servicios, empleo y educación en las áreas urbanas. Un buen ejemplo lo encontramos en el sistema de transporte público de Berlín, que ha optimizado su red de transporte público integrando los servicios de autobuses, tranvías, metro (U-Bahn) y tren urbano (S-Bahn), ofreciendo una cobertura completa dentro de la ciudad y hacia los suburbios cercanos (Reinhold y Kearney, 2008).

Esta extensa red, junto con una amplia disponibilidad de autobuses y tranvías que complementan estas opciones, proporciona un sistema de transporte público eficiente y bien integrado a la ciudad de Berlín. Además, la tarificación integrada y la disponibilidad las 24 horas del día hacen que sea conveniente para residentes y visitantes moverse por la ciudad y sus alrededores.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

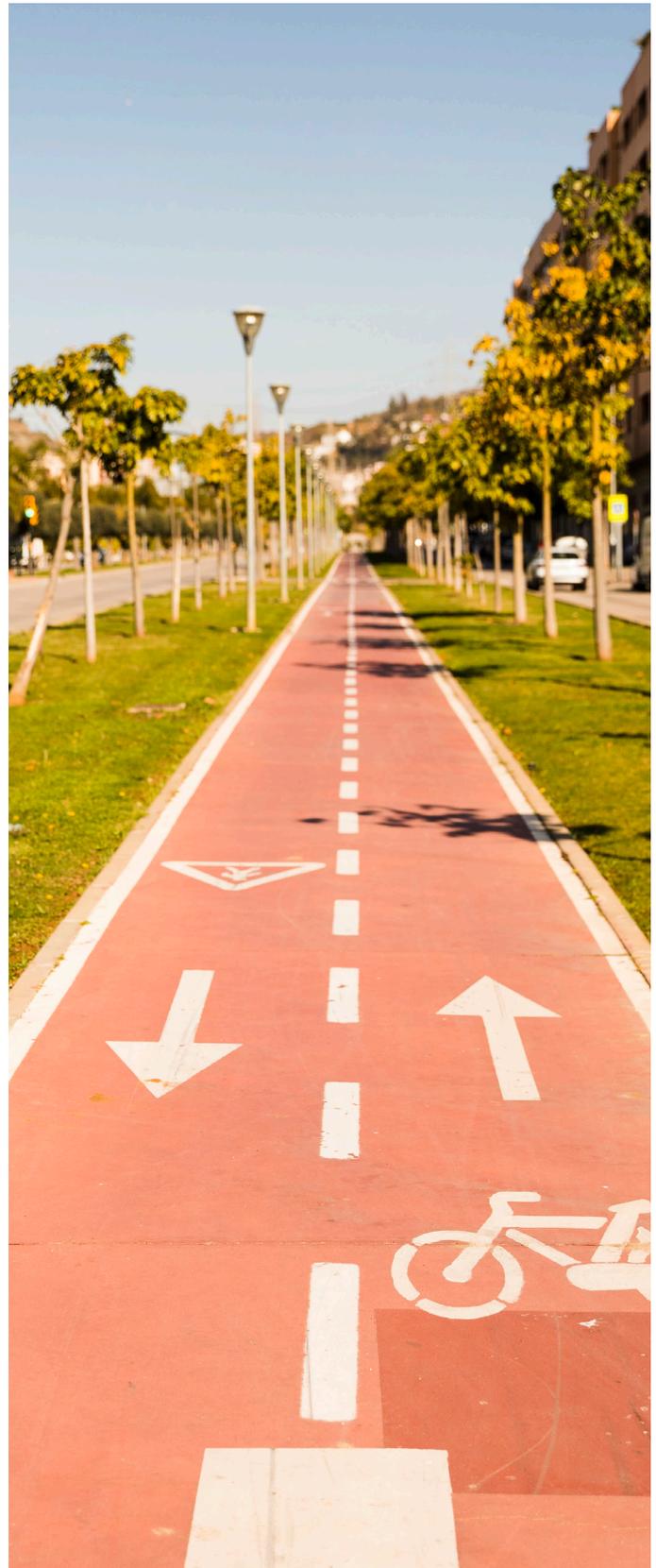
### 4.3.4 Infraestructura ciclista

Finalmente, la promoción de la infraestructura ciclista es efectiva en ciudades con geografías planas, donde facilitar el uso de bicicletas para transportar seguros y viables puede disminuir la dependencia de los automóviles. Copenhague, Dinamarca, se ha consolidado como un referente global en infraestructura ciclista debido a su compromiso.

La ciudad ha invertido más de 40 euros por habitante en infraestructura ciclista, desarrollando más de 380 kilómetros de carriles exclusivos para bicicletas.

Esta inversión en el tiempo ha convertido a Copenhague en uno de los entornos urbanos más amigables para los ciclistas, aumentando el número de personas que optan por la bicicleta como principal medio de transporte.

La seguridad y accesibilidad de estos carriles anima a más residentes y visitantes a usar la bicicleta, mejorando así la calidad de vida urbana y reduciendo la congestión vehicular.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.4. Soluciones de construcción y energía

#### 4.4.1 Materiales y diseño bioclimático

Las soluciones de construcción sostenible en ciudades se centran en la implementación de materiales sostenibles, sistemas de energía renovable y gestión eficiente del agua para reducir el impacto ambiental y promover la resiliencia urbana.

En ciudades líderes en sostenibilidad, como [Copenhague](#), están adoptando políticas para fomentar el uso de estos materiales sostenibles, como madera certificada y hormigón reciclado, reduciendo así la huella de carbono de los proyectos de construcción. Además, urbes como [Vancouver](#) están invirtiendo en sistemas de energía renovable, como paneles solares en edificios públicos y turbinas eólicas en áreas urbanas, para generar energía limpia y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Gracias a estas soluciones, desde el año 2023, más del 95% de la energía de la ciudad ya es suministrada por energía renovable, con más del 90% proveniente de la hidroelectricidad, convirtiéndose así en una de las ciudades con las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita más bajas de América del Norte.

Por otro lado, aunque son soluciones pioneras y relativamente poco estudiadas, se están empezando a utilizar innovaciones tales como las pinturas de edificios que absorben CO<sub>2</sub>, y otras toxinas como el óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) y el óxido de azufre (SO<sub>x</sub>), muchas de ellas en base de cal, que convierten las fachadas de los edificios en sumideros de carbono.

Además, el diseño bioclimático es una estrategia de diseño arquitectónico que busca aprovechar las condiciones climáticas locales para maximizar el confort térmico y reducir el consumo de energía en los edificios. Se basa en la utilización inteligente de los

recursos naturales disponibles, como la luz solar, el viento y la temperatura ambiente, para crear espacios habitables más eficientes y sostenibles (EMI y Acciona, 2015). Algunos de los aspectos clave del diseño bioclimático incluyen la orientación de los edificios, diseñados para aprovechar al máximo la luz solar natural, minimizando la necesidad de iluminación artificial durante el día, y reduciendo así el consumo de energía eléctrica. También la ventilación natural, que utiliza estrategias de diseño para permitir una ventilación natural efectiva dentro de los edificios, aprovechando la dirección y la velocidad del viento para facilitar la circulación de aire fresco y la evacuación del aire caliente. Y el aislamiento térmico, que utiliza técnicas de aislamiento para ayudar a mantener una temperatura interior confortable durante todo el año.

Un buen ejemplo de diseños bioclimáticos es el [Building Research Establishment \(BRE\) Office Building](#) en Garston (Reino Unido), que incorpora torres de ventilación, soluciones de ventilación cruzada y la ubicación estratégica de entradas y salidas de aire para capturar y dirigir la brisa hacia el interior del edificio. Otro ejemplo es la sede del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA) y del Instituto Catalán de Paleontología Miquel Crusafont (ICP) de la Universidad de Barcelona, un [edificio](#) que controla la temperatura mediante una piel exterior bioclimática, reduce el consumo de energía hasta un 62%, y el consumo de agua hasta un 90% respecto de un edificio convencional.

#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.4.2 Certificaciones de construcción sostenible

Finalmente, se han implementado programas de certificación de construcción sostenible, como [LEED](#) (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), [BREEAM](#) (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) o [WELL Building Standard](#), que establecen estándares y criterios para evaluar y reconocer edificios que cumplen con prácticas sostenibles en términos de eficiencia energética, calidad del aire interior, uso responsable del agua, selección de materiales sostenibles y bienestar de los ocupantes.

Estas certificaciones no solo promueven la construcción verde, sino que también proporcionan incentivos económicos y de mercado para la adopción de prácticas de construcción más sostenibles en las ciudades.



## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.5. Soluciones de economía circular y residuos

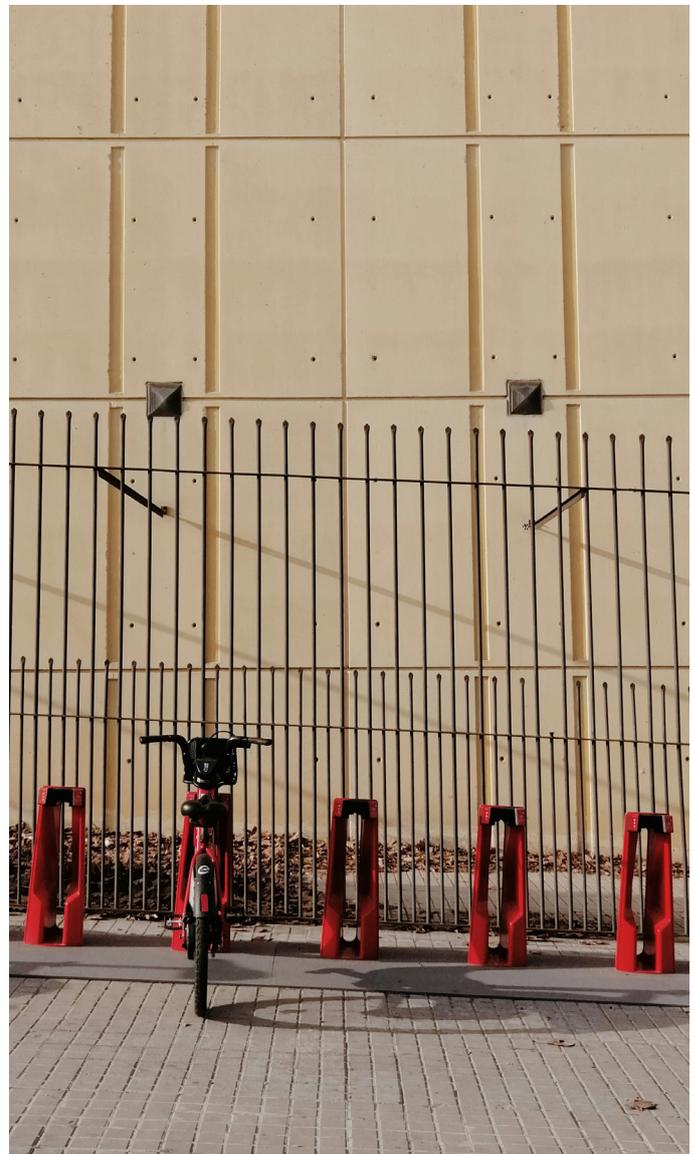
#### 4.5.1 Economía compartida

La economía compartida se presenta como una herramienta relevante para la sostenibilidad urbana, pensando en ciudades que deben facilitar y promover activamente la adopción de modelos de negocio basados en el intercambio y el alquiler de productos y servicios. Esta estrategia no solo tiene el potencial de reducir la demanda de nuevos recursos, sino también de minimizar los residuos, contribuyendo así a la conservación del capital natural.

Para implementar efectivamente la economía compartida, las ciudades deben fomentar la creación de una infraestructura adecuada, invirtiendo en la infraestructura necesaria para soportar el uso compartido de recursos, como carriles bici, estaciones de carga para coches eléctricos compartidos y espacios públicos para el intercambio de cualquier otro producto o servicio. Al mismo tiempo, el desarrollo de políticas y regulaciones es clave para la incentivación de la creación y el uso de plataformas de economía compartida. Esto puede incluir incentivos fiscales, subvenciones o simplificación de trámites para startups del sector. Obviamente, la sensibilización y facilitación de información a los ciudadanos también es indispensable para su correcta utilización.

Buenos ejemplos de la adopción de economía compartida son los servicios de car-sharing, que permiten a los usuarios alquilar coches por cortos periodos de tiempo y reducen la necesidad de poseer un vehículo propio, disminuyendo así el número total de coches en circulación y, por ende, las emisiones de carbono. San Francisco, Estados Unidos, es una ciudad conocida por su avanzada infraestructura para el car-sharing (USFCA, 2015), con empresas como Zipcar y Lyft

con una fuerte presencia en la ciudad. Otra solución es implementar sistemas de bike-sharing, donde los usuarios pueden alquilar bicicletas para desplazamientos interurbanos, promoviendo un estilo de vida saludable y reduciendo la dependencia de los vehículos motorizados. La ciudad de Barcelona ha sido pionera en la promoción de la economía compartida a través de su programa de bicicletas compartidas, Bicing.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

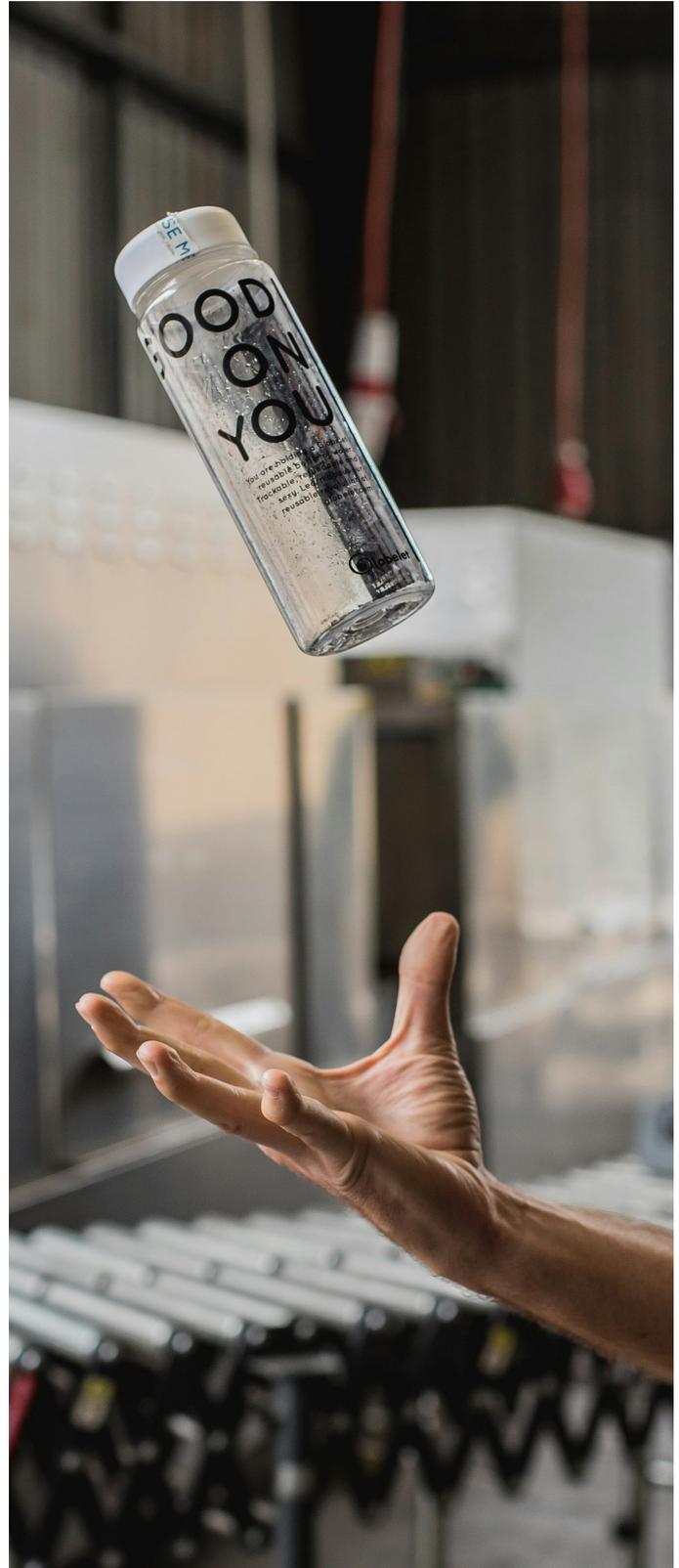
### 4.5.2 Reutilización de productos y materiales

La reutilización de productos y materiales se refiere a la práctica de utilizar nuevamente elementos que han sido previamente utilizados en lugar de desecharlos después de un solo uso. Esta estrategia busca extender la vida útil de los productos, reducir la cantidad de desechos generados y disminuir la necesidad de recursos nuevos.

Algunos ejemplos de soluciones incluyen las tiendas o mercados de segunda mano, como empezó el conocido "[Rastro](#)" en Madrid, España, que ofrecen la oportunidad de adquirir y vender una variedad de artículos usados. Asimismo, los mercados de intercambio, como el "[Mercado de Trueque](#)" en Ciudad de México, facilitan el intercambio directo de objetos entre personas, sin necesidad de dinero, fomentando el reciclaje y la economía local.

Paralelamente, los sistemas de depósito y retorno para envases y botellas, como el [sistema de retorno de botellas de vidrio](#) en varias ciudades alemanas, incentivan el retorno y la reutilización de envases al cobrar un depósito al comprarlos y reembolsarlo al devolverlos vacíos, promoviendo así la reducción de residuos y el uso responsable de recursos.

Estas iniciativas, respaldadas por decisiones tanto individuales como colectivas, son fundamentales para fomentar una cultura de consumo más sostenible y contribuir a la conservación del medio ambiente.



#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

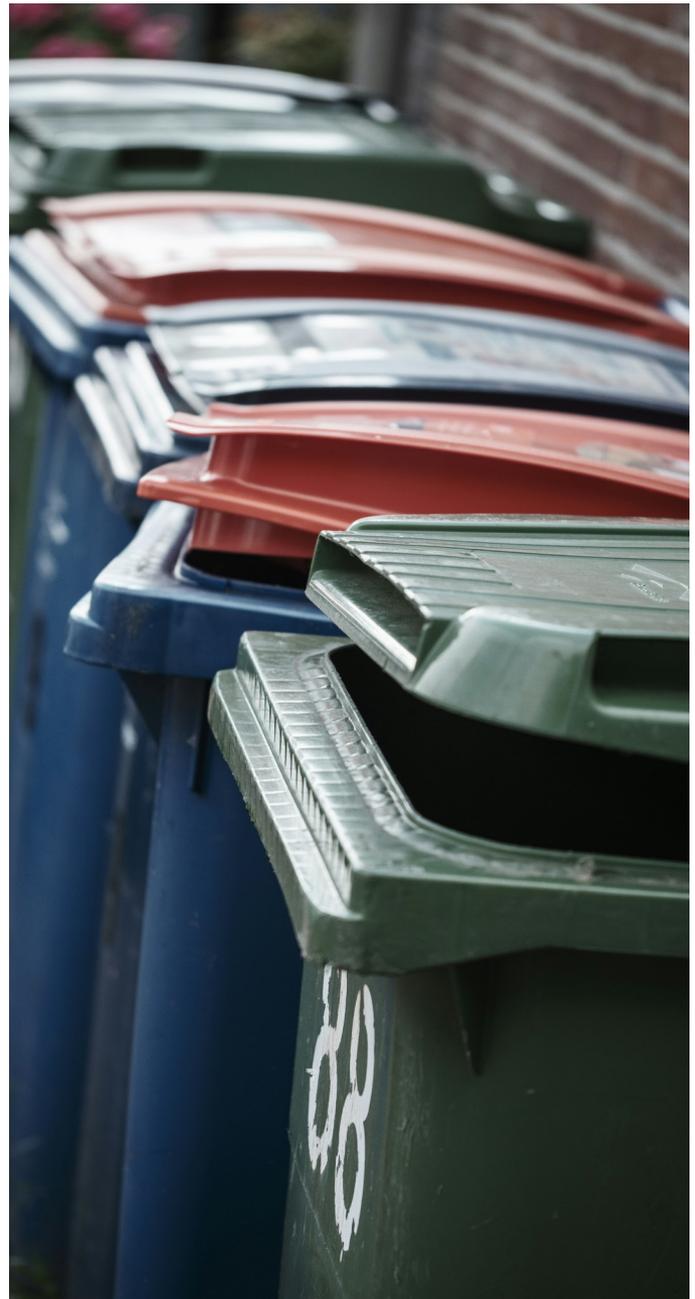
### 4.5.3 Puntos limpios

Los puntos limpios son una pieza importante en la gestión eficiente de residuos en ciudades. Estas instalaciones, ubicadas estratégicamente y de fácil acceso para los ciudadanos, ofrecen un lugar adecuado para depositar materiales reciclables y residuos especiales que requieren un tratamiento especializado. Entre los elementos que suelen aceptarse en los puntos limpios se encuentran los aparatos electrónicos, pilas, aceites usados, productos químicos domésticos y otros materiales que no deben ser desechados en la basura común debido a su potencial impacto negativo en el medio ambiente.

Una ciudad que ha implementado con éxito prácticas de gestión de puntos limpios para conservar el capital natural es [Estocolmo](#), en Suecia. Esta ciudad ha sido pionera en políticas ambientales progresistas, y ha establecido un sistema integral de gestión de residuos que incluye una amplia red de puntos limpios, con más de 11.000 papeleras fácilmente accesibles para los residentes y centenares de trabajadores de saneamiento que recolectan 5.000 toneladas de basura en la ciudad cada año. En cuanto a los centros de reciclaje, han instalado centros específicos para muebles, productos químicos, residuos tóxicos y aparatos móviles.

Además, la ciudad ha implementado tecnologías avanzadas para facilitar la separación y el tratamiento de los materiales reciclables en los puntos limpios. Esto incluye sistemas automatizados de clasificación de residuos y métodos innovadores para el reciclaje de productos electrónicos y otros materiales especiales.

Además del aspecto logístico, Estocolmo ha llevado a cabo campañas educativas y de concienciación para promover el uso adecuado de los puntos limpios y fomentar la participación de la comunidad en la gestión sostenible de residuos.



#### Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Soluciones y revisión de mejores prácticas

### 4.5.4 Recogida selectiva de residuos

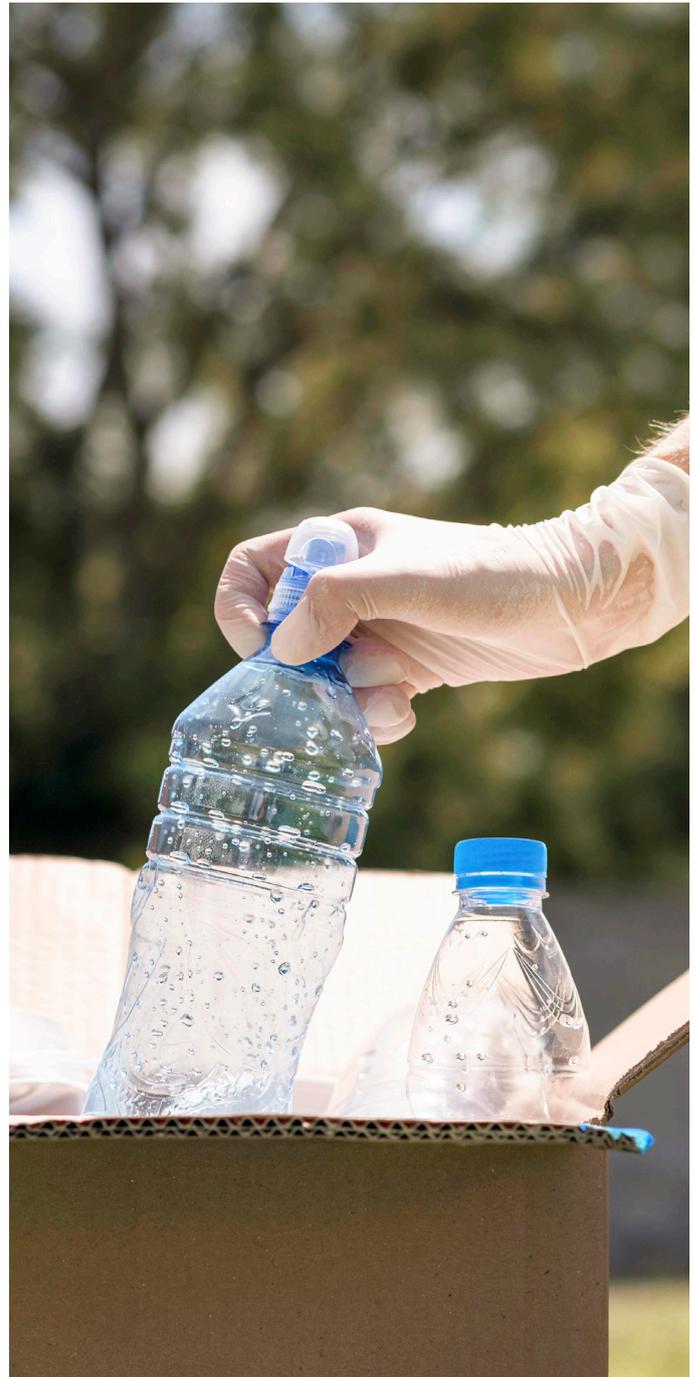
La recogida selectiva de residuos es otra estrategia que se debe conocer en la gestión sostenible de residuos urbanos. Consiste en establecer sistemas de recogida que permitan a los ciudadanos separar los diferentes tipos de residuos en fracciones específicas, como papel, plástico, vidrio, y orgánicos, entre otros. Esta separación facilita su posterior reciclaje y tratamiento, ya que los materiales pueden ser procesados de manera más eficiente y con menores costes energéticos y ambientales. La implementación de sistemas de recogida selectiva puede llevarse a cabo de diversas formas, como la instalación de contenedores de diferentes colores para cada tipo de material, la organización de días específicos para la recolección de ciertos tipos de residuos, o incluso la implementación de programas de compostaje para residuos orgánicos.

Un ejemplo destacado e inspirador es la ciudad de [Kamikatsu](#), en Japón, que se ha convertido en un líder mundial en la separación y gestión de residuos a través de la implementación de rigurosos programas de recogida selectiva que permiten a los residentes separar los residuos en más de 45 categorías diferentes. Además, Kamikatsu estableció un objetivo ambicioso de "cero residuos", y se comprometió a eliminar por completo la incineración y el vertido de residuos para el año 2020.

En lugar de ello, la ciudad se centra en reciclar y reutilizar la mayor cantidad posible de materiales, incluyendo la creación de productos de segunda mano y el compostaje de residuos orgánicos.

Desde su implementación en el año 2003, la ratio de reciclaje ha excedido el 80% de todos los residuos generados en la urbe.

El éxito de [Kamikatsu](#) en la gestión de residuos se debe en gran parte a la participación activa de la comunidad, y a un enfoque holístico que aborda tanto la infraestructura de recogida como la concienciación ciudadana.



#### Capital natural:

Una aproximación a  
mundo de las ciudades

# Cuadro de soluciones

De nuevo, un cuadro puede resultar mucho más visual para detectar qué requisitos está ayudando a cumplir cada una de las soluciones planteadas.

	Suministro de agua	Suministro de alimentos	Suministro de energía	Aire (calidad)	Vivienda/edificios/instalaciones	Transporte	Otros suministros	Clima estable/adaptación al cambio	Salud/bienestar	Ejemplos destacados
										
<b>Soluciones verdes</b>										
Parques urbanos										Parques urbanos Medellín, Ciudad de México, Nueva York, Londres
Silvicultura y agricultura urbana y periurbana										Detroit, Portland, Melbourne, Berlin, Bari, Burdeos
Techos verdes y jardines verticales										Chicago, San Francisco, Melbourne, Malmö
Corredores verdes										Barcelona, Vitoria-Gasteiz
Planes de adaptación y regulación										Singapur, Copenhague, Bangkok
<b>Soluciones azules</b>										
Restauración de ríos urbanos										Seúl, El Prat de Llobregat
Ciudades esponja										Wuhan
Revitalización de ecosistemas acuáticos										Nueva York, Murcia, Bangkok, Rio de Janeiro, Los Ángeles
Gestión del litoral y corredores azules										Calafell, Miami, Barcelona
<b>Soluciones de movilidad</b>										
Peajes urbanos										Estocolmo, Londres, Milán, Santiago de Chile
Transporte eléctrico y de bajas emisiones										Oslo, Barcelona, Madrid
Transporte público										Curitiba, Sao Paulo, Berlín
Infraestructura ciclista										Copenhague
<b>Soluciones de construcción y energía</b>										
Materiales y diseño bioclimático										Copenhague, Vancouver, Garston, Barcelona
Certificaciones de construcción sostenible										LEED, BREEAM, WELL Building Standard
<b>Soluciones de economía circular y residuos</b>										
Economía compartida										San Francisco, Barcelona
Reutilización de productos y materiales										Madrid, Ciudad de México, ciudades alemanas
Puntos limpios										Estocolmo
Recogida selectiva de residuos										Kamikatsu

## Capital natural:

Una aproximación a mundo de las ciudades

## Conclusiones y recomendaciones

Las ciudades son una parte integral de la naturaleza y, aunque no nos lo parezca, depende absolutamente de ella (todo lo que se construye, consume y utiliza en ellas, aunque haya sufrido transformaciones, proviene de la naturaleza), y además la impacta de formas que no se suelen reflexionar.

El cambio climático y su irreversibilidad han sido quizás el detonante para empezar a concienciarnos sobre la necesidad de proteger la naturaleza, por nuestra propia subsistencia. Un segundo paso parece venir del acuerdo en que se debe detener la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas.

Por todo ello, es imprescindible que todas las personas que viven o trabajan en las ciudades tomen conciencia, ya que el desconocimiento sobre el impacto de sus decisiones sobre la naturaleza, sus ciclos y equilibrios está provocando que se deteriore un sistema complejo sin conocer exactamente las consecuencias.

En este dossier se pretende precisamente ayudar a esa reflexión o toma de conciencia. En él se propone un modelo de análisis de la relación entre la ciudad y la naturaleza, basado o inspirado en las guías del Natural Capital Protocol y la Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) para las empresas. Estos y otros protocolos ayudan a empresas e instituciones a añadir al lenguaje y sistema de gestión económico, un nuevo lenguaje y sistema de gestión natural. Este nuevo enfoque utiliza términos como capital natural, servicios ecosistémicos, emisiones de gases de efecto invernadero, huella de carbono, biodiversidad y regeneración natural, entre otros. Al adoptar este nuevo lenguaje, se podrán integrar conceptos ambientales esenciales en la toma de decisiones y en la gestión urbana.

Este modelo adaptado entiende la ciudad como un ecosistema, en la que deben existir (o se han de buscar) condiciones en las cuales sea posible la vida de sus habitantes en un sentido amplio. Por ello, el modelo comienza definiendo nueve requisitos básicos a gestionar o satisfacer: el suministro de agua, alimentos y energía; la calidad del aire; la vivienda y otras construcciones necesarias; el transporte; el suministro de otros recursos necesarios; la adaptación al clima; y la salud y el bienestar. La gestión eficiente de estos aspectos es fundamental para garantizar la sostenibilidad urbana. A partir de esos nueve requisitos, para que la ciudad incorpore el capital natural en su gestión, realizará un análisis en tres pasos.

Como primer paso, analizará sus dependencias respecto a la naturaleza (activos y servicios ecosistémicos) en los nueve ámbitos descritos, y evaluará sus impactos en los ecosistemas que se derivan también de la satisfacción de sus necesidades en todos esos ámbitos. Este análisis debe hacerse con una perspectiva de 'cadena de valor', considerando no solo las dependencias e impactos directos de la ciudad, sino también todos los indirectos (de los proveedores de todos los recursos y servicios que precisa). Así, la ciudad pasa a ser consciente de cuál es su situación respecto al capital natural.

## Conclusiones y recomendaciones

De este análisis surgirán una serie de indicadores que van a permitir a la ciudad conocer el alcance y monitorizar esas dependencias y esos impactos. El dossier hace una propuesta de indicadores, aunque cada ciudad deberá adaptarlos a sus circunstancias particulares, escogiendo aquellos que les sean más útiles.

El segundo paso será el análisis de los riesgos de la ciudad respecto al capital natural basado en el análisis anterior, es decir, análisis de los riesgos (amenazas) que provienen de su dependencia respecto a la naturaleza y sus impactos en ella. De nuevo, tomando como referencia los nueve requisitos que son básicos para la gestión de la vida en la ciudad.

Finalmente, con toda esta información y como tercer paso, la ciudad tiene toda la información necesaria para poder identificar oportunidades que sean beneficiosas tanto para ella como para la naturaleza. Las oportunidades provienen de la posibilidad de realizar proyectos o actividades que logren alguno de los siguientes objetivos: gestionar o limitar dependencias, producir impactos positivos, eliminar o moderar impactos negativos, o bien mitigar o eliminar riesgos. Todo ello en base a los análisis anteriores de la relación entre la ciudad y el capital natural.

En el dossier se proponen cinco tipos de soluciones: verdes, azules, de movilidad, de construcción y energía, y de economía circular. Y también se repasan diferentes ejemplos de ciudades que han implementado con éxito proyectos de todos los tipos de soluciones.

Durante el desarrollo del modelo de análisis propuesto hemos visto dos cuadros: el primero es un listado propuesto de indicadores de impactos y dependencias, y el segundo resume las buenas prácticas o soluciones. De hecho, podría obtenerse, como 'output' del análisis completo, un cuadro único que evolucione los indicadores de impactos y dependencias inicial, a otros que la ciudad incorpore para el control de sus riesgos y para la monitorización de los avances que pretende conseguir con las soluciones que más se adapten a sus necesidades.

Creemos que lo novedoso de estos cuadros es que muestran la relación entre dichos indicadores y los nueve requisitos o áreas de gestión de la ciudad. Creemos que esta forma visual de mostrar dichas relaciones puede ayudar a la toma de decisiones, pues ya hemos visto que la gestión de los equilibrios no es sencilla, y que una medida que mejore un indicador determinado puede alterar otro. Imaginemos, por ejemplo, que la ciudad quiere aumentar su cobertura de espacios verdes urbanos para incrementar la calidad del aire, regulación de la temperatura y bienestar. No puede ignorar que ello implicará un mayor consumo de agua y, por tanto, una menor disponibilidad de la misma. Los cuadros pretenden visualizar estas interrelaciones para ayudar a la toma de decisiones.

## Conclusiones y recomendaciones

Por último, también se han propuesto tres palancas que pueden potenciar los resultados de cualquier solución que la ciudad quiera implementar: la tecnología, la regulación y la cooperación.

Está claro que la tecnología puede ser una gran impulsora en la mayoría de proyectos sobre capital natural que podamos imaginar. Siguiendo con el ejemplo anterior, si una ciudad aumenta su cobertura de espacios verdes, pero lo hace con un importante componente tecnológico (en el riego, en la detección de humedad del suelo, etc.), puede a su vez conseguir optimizar el uso del agua necesaria para mantener la nueva infraestructura, consiguiendo aprovechar los impactos positivos de la medida, minimizando a su vez los negativos.

Por su parte, la regulación puede también ser una palanca para el avance, entendida así, como ayuda, no como un mínimo a cumplir. Por último, la cooperación entre todas las partes interesadas de la ciudad, es una palanca muy potente para sumar. Porque un análisis como el propuesto en este dossier no ayudaría solo a las diferentes administraciones que pueden tomar decisiones a diferentes niveles (desde la ciudad entendida como núcleo básico, a una ciudad entendida como zona o región metropolitana). También el sector privado puede tener mucho interés en conocer este análisis sobre la situación actual, riesgos y oportunidades de futuro de la ciudad, ya que la colaboración público-privada puede complementar (ser una fuerte palanca) para el desarrollo de muchos proyectos. También los propios ciudadanos están cada día más informados e interesados en que sus ciudades sean más resilientes, sostenibles y mejoren su relación con la naturaleza.

Esperamos que este dossier, y la metodología que en él se propone, pueda ser de ayuda en ese importante camino.

## Referencias

Ajuntament de Barcelona (2020). Plan del Verde y de la Biodiversidad de Barcelona 2020

Disponible en: [https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde\\_2020.pdf](https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf)

Stutz, B. (2010). Green Roofs are Starting To Sprout in American Cities. Yale Environment 360.

Disponible en: [https://e360.yale.edu/features/green\\_roofs\\_are\\_starting\\_to\\_sprout\\_in\\_american\\_cities](https://e360.yale.edu/features/green_roofs_are_starting_to_sprout_in_american_cities)

Croci, E. (2016). Urban Road Pricing: A Comparative Study on the Experiences of London, Stockholm and Milan. Transportation Research Procedia. 14. 253-262.10.1016/j.trpro.2016.05.062.

EMI y Acciona (2015). Guide for bioclimatic design. Concerto communities in EU dealing with optimal thermal and electrical efficiency of buildings and districts.

Disponible en: [https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/pimes\\_guide\\_for\\_bioclimatic\\_design.pdf](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/pimes_guide_for_bioclimatic_design.pdf)

Fast, A. W. y Menasveta, P., (2003). Mangrove forest recovery in Thailand. World Aquaculture Society.

Disponible en: <https://was.org/Magazine/Archive>

France.fr, (n.d.). Destination Bordeaux.

Disponible en: <https://www.france.fr/en/destination/bordeaux/>

Glasco, J., (2022). Here's how Oslo became the capital of EV cars.

Disponible en: <https://www.infrajournal.com/en/w/oslo-capital-ev-cars>

Martín-Vide, J.P. (2015). Restauración del río Besòs en Barcelona. Historia y lecciones aprendidas.

RIBAGUA - Revista Iberoamericana del Agua. 2. 51-60.10.1016/j.riba.2015.07.001v

Metropolitan City of Bari., (2022). Voluntary Local Review. Puglia Region.

Disponible en: [https://gold.uclg.org/sites/default/files/puglia\\_bari\\_2022.pdf](https://gold.uclg.org/sites/default/files/puglia_bari_2022.pdf)

Oates, L., Dai, L., Sudmant, A. and Gouldson, A., (2020). Building Climate Resilience and Water Security in Cities: Lessons from the Sponge City of Wuhan, China. Coalition for Urban Transitions. London, UK, and Washington, DC: <https://urbantransitions.global/publications>

Onu Habitat (2018). De la autopista al espacio público. Disponible en: [ONU-Habitat - De la autopista al espacio público \(onuhabitat.org.mx\)](https://onuhabitat.org.mx)

Peng, Y., y Reilly, K., (2021). Using Nature to Reshape Cities and Live with Water: An Overview of the Chinese Sponge City Programme and Its Implementation in Wuhan.

Disponible en: <https://growgreenproject.eu/wp-content/uploads/2021/01/Sponge-City-Programme-in-Wuhan-China.pdf>

Reinhold, T. y Kearney, A., (2008). More Passengers and Reduced Costs—The Optimization of the Berlin Public Transport Network. Journal of Public Transportation. 11. 10.5038/2375-0901.11.3.4.

## Referencias

Restrepo Soto, G.A., (2017) Bosque urbano – Caso Valle de Aburrá. Jardín Botánico de Medellín. Disponible en: <https://observatoriobosquesantioquia.org/wpcontent/uploads/2020/12/Bosque-Urbano-Valle-de-Aburra-German-A-Restrepo.pdf>

Robinson Alexander y Myvonwynn Hopton. “Cheonggyecheon Stream Restoration Project.” Landscape Performance Series. Landscape Architecture Foundation, (2011). Disponible en: <https://doi.org/10.31353/cs0140>

Rodrigues y Savarase (2024). Rio de Janeiro Bay Reforestation Shows Mangroves’ Power to Mitigate Climate Disasters. Disponible en: <https://apnews.com/article/brazil-floods-naturalvegetation-7c195011e5cecada345a8c7d52757d2a>

Sánchez, M. (2023). L’impacte de la Zona de Baixes Emissions de Barcelona en la mobilitat. Disponible en: <https://www.5centims.cat/limpacte-de-la-zona-de-baixes-emissions-debarcelona-en-la-mobilitat/>

Tassinari, F. (2023). Zonas de bajas emisiones y congestión del tráfico: evidencia de Madrid Central. Disponible en: <https://www.5centims.cat/zonas-de-bajas-emisiones-y-congestion-deltrafico-evidencia-de-madrid-central/>

USFCA (2015). San Francisco’s Sharing Economy Takes Off. Disponible en: [San Francisco’s Sharing Economy Takes Off | University of San Francisco \(usfca.edu\)](https://www.usfca.edu/san-francisco-sharing-economy-takes-off)

# Anexo

KPI	Definición	Fórmula	Requisitos básicos relacionados
Consumo de agua por hogar (litros/cápita/día)	Este indicador mide el consumo de agua de los hogares y se calcula utilizando litros per cápita por día.		1 9
Porcentaje de aguas residuales urbanas que cumplen los requisitos de la UWWTD	Porcentaje de carga de aguas residuales que cumple con los requisitos de la Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (UWWTD) en materia de recogida y tratamiento secundario.		1
Índice de Calidad del Agua	Medida de la calidad del agua en los ríos urbanos después de la restauración.	$(\text{Número de parámetros de calidad del agua que cumplen con los estándares} / \text{Total de parámetros de calidad del agua}) \times 100\%$	1 9
Índice de Infiltración de Agua	Medida de la capacidad de la ciudad para infiltrar y retener agua de lluvia.	$(\text{Volumen de agua infiltrada en el suelo} / \text{Volumen total de agua de lluvia}) \times 100\%$	1
Índice de Erosión Costera	Medida de la tasa de erosión costera en áreas litorales urbanas.	$(\text{Volumen de sedimentos erosionados} / \text{Área de costa afectada})$	1 5
Índice de Accesibilidad corredor azul	Medida de la accesibilidad de los corredores azules para la población local.	$(\text{Longitud de corredor azul accesible} / \text{Longitud total del corredor azul}) \times 100\%$	1 9
Tasa de Producción de Alimentos	Medida de la cantidad de alimentos producidos en áreas urbanas y periurbanas.	$(\text{Cantidad total de alimentos producidos} / \text{Área de tierra dedicada a la agricultura})$	2 9
Consumo de energía	Cantidad de energía utilizada por el edificio para calefacción, refrigeración, iluminación y otros usos		3
Eficiencia energética de los edificios			3 5 9
Cantidad de edificios con certificación sostenible			3 5 9
Cobertura de espacios verdes urbano	Porcentaje de la ciudad cubierto por parques, bosques y otros espacios verdes.	$(\text{Área con espacios verdes} / \text{área total zona urbana}) \times 100$	4 8 9
Árboles por cápita	Cantidad de árboles por habitante.	Cantidad de árboles / población urbana	4 8 9
Cobertura de árboles	Porcentaje de la ciudad cubierto por la copa de los árboles.	$(\text{Área cubierta por la copa de los árboles} / \text{área total zona urbana}) \times 100$	4 8 9
Captura de carbono	Cantidad de dióxido de carbono absorbido por árboles urbanos y espacios verdes.	<i>Secuestro de carbono</i> $= (\text{Carbono secuestrado por árbol}) * (\text{Número de árboles})$	4 6 8 9

## Anexo

KPI	Definición	Fórmula	Requisitos básicos relacionados
Cobertura de techos verdes	Cantidad de edificios cubiertos por techos verdes	# edificios cubiertos por techos verdes	4 5 8 9
Efecto isla de calor urbana (Urban Heat Island - UHI)	Diferencia de temperatura entre el área urbana y las áreas rurales circundantes	$T \text{ diferencia} = T \text{ urbana} - T \text{ rural}$	4 6 8 9
Índice de Calidad del Aire	Monitorización de la calidad del aire (contaminantes atmosféricos como PM2.5, NO2, CO, etc.)		4 6 9
Índice de Biodiversidad	Número de especies y dentro de los ecosistemas urbanos.	Índice de Shannon o de Simpson	1 2 8 9
Índice de Reducción del Tráfico	Medida de la reducción del tráfico vehicular en áreas urbanas debido a la implementación de peajes.	$(\text{Número de vehículos en áreas de peaje antes de la implementación} - \text{Número de vehículos en áreas de peaje después de la implementación}) / \text{Número de vehículos en áreas de peaje antes de la implementación} \times 100\%$	3 4 6 9
Puntos de carga para vehículos eléctricos	Medida de cantidad de puntos de carga para vehículos eléctricos	#puntos de carga funcionales	3 4 6
Longitud infraestructura ciclista	Medida de longitud infraestructura ciclista	Total de km de carriles de bicicleta existentes	3 4 6 9
Tasa de Reciclaje	Porcentaje de residuos reciclados en relación con la cantidad total de residuos generados.	$(\text{Residuos reciclados} / \text{Total de residuos generados}) \times 100$	2 7 9
Eficiencia en la Recogida Selectiva	Porcentaje de residuos recogidos selectivamente en relación con el total de residuos generados.	$(\text{Residuos recogidos selectivamente} / \text{Total de residuos generados}) \times 100$	2 7 9
Residuos municipales generados per cápita (toneladas)	El indicador mide el peso de los residuos municipales generados dentro de la ciudad, incluidos los residuos preparados para la exportación antes del tratamiento, en términos per cápita. El indicador debe desglosarse en las diferentes fracciones de residuos (véase Eurostat) en la medida de lo posible. El indicador puede expresarse como "toneladas de residuos municipales generadas per cápita por año".		2 7 9
Porcentaje de población expuesta a niveles de ruido promedio día-noche (Lden) $\geq 55$ dB.	Porcentaje de población expuesta a niveles de ruido promedio día-noche (Lden) $\geq 55$ dB.		5 6? 9

**Capital natural:**

Una aproximación a mundo de las ciudades

# Capital natural:

## Una aproximación al mundo de las ciudades

Noviembre 2024

---



BARCELONA  
SCHOOL OF  
MANAGEMENT

