



RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA

LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

COMPENDIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS (ABE) APLICABLES EN ZONAS URBANAS

Construyendo resiliencia climática en ciudades
de América Latina y el Caribe



Publicado por CityAdapt, 2023.

Descargo de responsabilidad

La mención de una empresa o producto comercial en este documento no implica la aprobación de CityAdapt o de las y los autores. No se permite el uso de la información de este documento para publicidad o mercadeo. Los nombres y símbolos de marcas registradas se utilizan de manera editorial sin intención de infringir las leyes de marcas o derechos de autor. El presente documento ha sido elaborado con el apoyo financiero de la Unión Europea y el GEF. Su contenido es responsabilidad exclusiva de CityAdapt y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea o del GEF. CityAdapt no tiene responsabilidad sobre las acciones o posiciones verbales tomadas por estos, antes, durante o después de esta asociación. Las opiniones expresadas en este documento son las de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la Unión Europea y el GEF. Lamentamos cualquier error u omisión que se haya hecho involuntariamente.

© Fotografías e ilustraciones según especificado

Este documento puede citarse como:

CityAdapt (2023) Compendio de medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) aplicables en zonas urbanas.

Con el apoyo de:



Financiado por
la Unión Europea



Autores

Leyla Zelaya y Adalberto Salazar (CityAdapt)

Revisión

Ophelie Drouault y Marta Moneo (PNUMA)

Comunicación y diseño gráfico

Irati Durban y Karla Delgado (PNUMA)

Gracias también a la Unión Europea, en particular al Programa EUROCLIMA+, al Fondo Mundial para el Medio Ambiente y al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por apoyar la creación de este documento.

Para más información acerca de iniciativas del Programa EUROCLIMA+ en Soluciones basadas en la Naturaleza visite el sitio www.euroclima.org

Para más información sobre el proyecto CityAdapt visite la web: cityadapt.com

El PNUMA promueve prácticas ecológicas a nivel mundial y en sus propias actividades. Nuestra política de distribución tiene como objetivo reducir la huella de carbono del PNUMA.

Introducción

Las ciudades se enfrentan a los impactos significativos, actuales y futuros, del cambio climático. El riesgo se está concentrando de forma acelerada en las áreas urbanas medianas y pequeñas que más rápidamente están creciendo en la región. Las ciudades son altamente vulnerables a al menos un tipo de amenaza natural y estas son las primeras en responder a los impactos climáticos, pero también pueden acrecentar otros problemas urbanos socioambientales. El aumento de la temperatura puede llevar a un incremento del consumo de energía y la demanda de agua en los meses que hay sequía. El aumento de lluvias intensas en espacios totalmente impermeabilizados puede causar inundaciones rápidas con posible daños a la infraestructura.

El proyecto “Construyendo resiliencia climática de los sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en Latinoamérica y el Caribe – CityAdapt”, se implementa en las ciudades de San Salvador, El Salvador; Kingston, Jamaica y Xalapa, México, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con financiamiento del Global Environment Facility (GEF). Los objetivos del proyecto, son: implementar medidas de Adaptación basada en Ecosistemas en el ámbito urbano y preparar instrumentos que permitan integrar la Adaptación basada en Ecosistemas en la planificación urbana.

A raíz de lo anterior es necesario contar con información que guíe los procesos de implementación de estrategias y acciones tendientes a generar adaptación y resiliencia a las condiciones climáticas actuales y futuras, enfatizando

en aquellas que sean ecológicamente más convenientes, económicamente más sostenibles y socialmente más beneficiosas.

El presente documento ha sido diseñado para brindar opciones y orientar la planificación territorial y la gestión municipal con miras a enfrentar los desafíos derivados del cambio climático, haciendo un uso de la biodiversidad y sus servicios.

El compendio elaborado selecciona para su posible implementación aquellas medidas AbE adecuadas para realizarse en áreas urbanas; tomando en cuenta la forma en la cual se han desarrollado, estructurado y promovido. Todas ellas han sido consideradas en distintos contextos urbanos, pero la elección, ha tenido en cuenta la viabilidad de



estas en un escenario de impacto por eventos extremos de lluvia intensa y la influencia de la temperatura como islas de calor, así como también cambios en los patrones de lluvia y vientos fuertes.

La implementación de medidas AbE no posee una receta estandarizada a implementar, sino más bien, obedece a las particularidades y características de los espacios territoriales donde se planea su implementación.

Las medidas AbE no han de considerarse exclusivamente acciones ambientales vinculadas a la vegetación o a otro recurso, sino que su naturaleza conlleva la participación de actores del planeamiento urbano, arquitectos y proyectistas, educadores y a la ciudadanía en general. Este documento pretende brindarles nuevos conocimientos sobre el enfoque de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) e implementen medidas que reduzcan la vulnerabilidad de las personas a eventos climáticos, aprovechando las virtudes de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, como parte de las acciones tendientes a lograr resiliencia ante los impactos generados por la variabilidad climática.

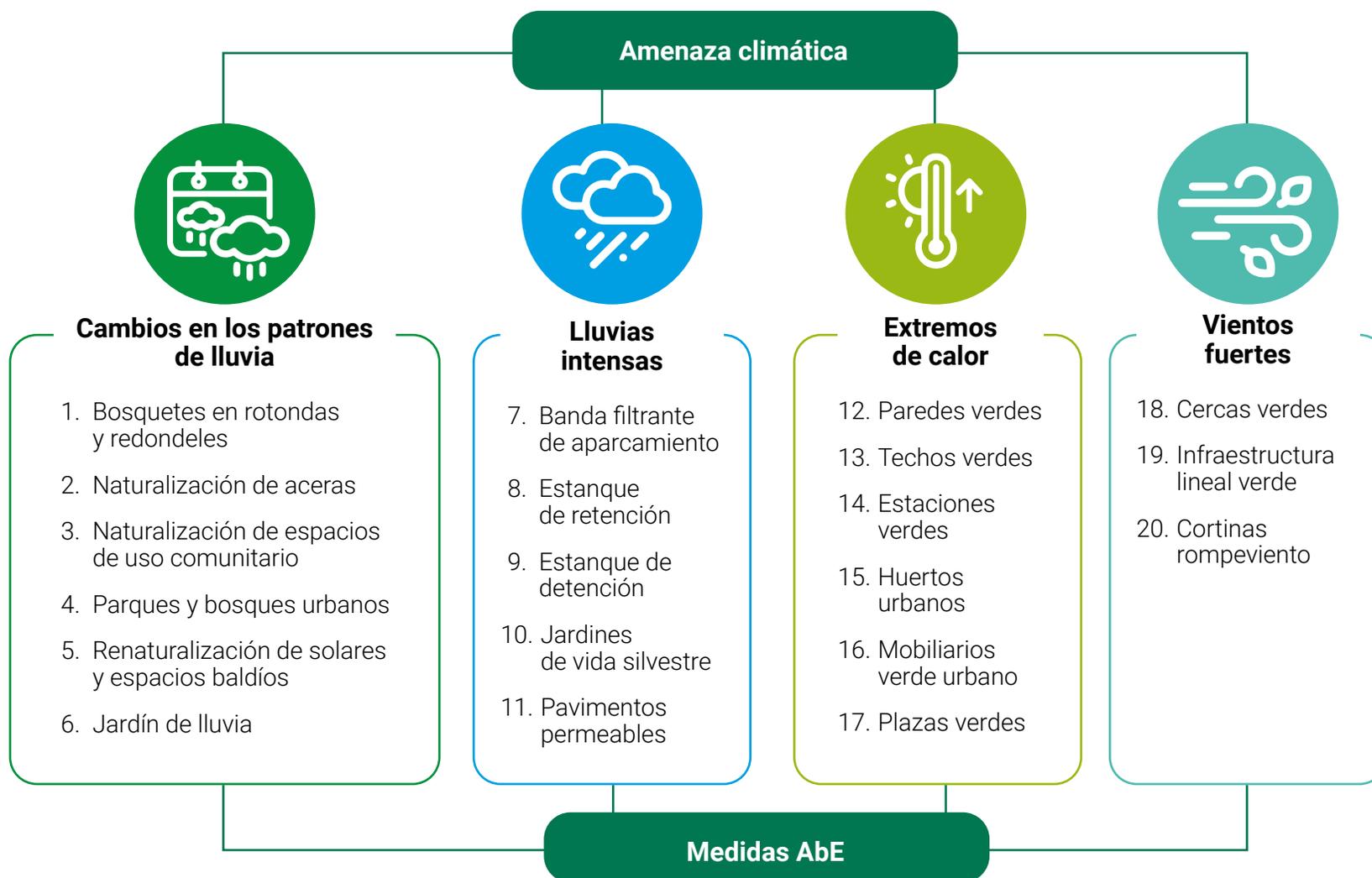


Estructura de este compendio

Este compendio presenta veinte (20) fichas informativas para cada una de las opciones de implementación de una medida considerada como Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), tomando como criterio principal de agrupación la amenaza climática que enfrentan. La lista se presenta a continuación:



Navega la publicación haciendo click en este índice interactivo a lo largo del documento



Estructura de las fichas

Se han diseñado y elaborado de tal manera que quien consulte este documento pueda comprender de manera gráfica y resumida en qué consiste la medida AbE propuesta, cuáles son sus características y particularidades, espacios donde se pueden desarrollar y los beneficios y cobeneficios que esta tendría en el contexto de adaptación ante efectos de cambio climático. Asimismo, se incluyen los aspectos importantes para la valoración presupuestaria tanto en la implementación como en el mantenimiento, una propuesta de indicadores de seguimiento e impacto y se establece una vinculación con una u otras medidas AbE que favorecen su funcionalidad. A continuación se describe las principales características que han sido consideradas en la ficha.

1. Nombre de la medida

2. Fotografía ilustrativa de la medida.

3. Descripción

Información básica de la medida AbE enlistada.

4. Amenaza climática

Las medidas AbE están agrupadas por la principal amenaza climática que mitiga y que afectan a los centros urbanos.

5. Plazo de tiempo para resultados contundentes

6. Servicios ecosistémicos

Con base a la revisión bibliográfica desarrollada, cada medida cuenta con un diagrama radial de los servicios ecosistémicos que son potenciados.



7. Requerimientos para implementación

Se definen los materiales e insumos requeridos para la puesta en marcha de la medida.

8. Esquema explicativo de la medida

9. Cobeneficios

Se presentan aquellos beneficios más allá de los ambientales que la implementación de la medida AbE brinda.

10. Escalas de implementación

Es un componente importante que afecta a la evaluación de la efectividad.

Las medidas incluidas sugiere su aplicación a microescala: local y de barrio urbano. Estas escalas son consideradas ya que en un análisis de impacto, una medida AbE desarrollada en forma local, si es implementada en una determinada zona o ámbito de la ciudad, trae consigo mayores beneficios. Un ejemplo, son los techos verdes en una vivienda que brinda un mejor confort térmico; pero si esta medida se lleva a cabo en varias viviendas y edificios, reduce la escorrentía en un espacio que impacta a una mayor población.

Pueden ser implementadas en edificios, casas, calles, aceras, parques, plazas, derechos de vía, zonas peatonales, espacios abiertos institucionales y públicos, áreas comunes públicas, terrenos abandonados, jardines privados, cementerios, patios de escuelas, entre otros..

11. Consideraciones de costo

Se incluyen aspectos importantes que determinan los costos para la implementación de la medida, tanto los de inversión como los de mantenimiento.

No se establece el costo por medida AbE, ya que en las referencias encontradas, en su gran mayoría de países desarrollados, estos varían enormemente según las condiciones locales y el costo de mano de obra, por lo que no pueden servir de referencia como valores determinados.

7.

Requerimientos para implementación

- Sol directo por estar en exterior.
- Sistema de riego.
- Especies vegetales a utilizar, preferiblemente nativas y de follaje que permanece verde.
- Variedad de especies, tamaños y formas, de árboles, arbustos y plantas.
- Uso de rastreras y tapizantes en sustitución de pastos.
- Diseño y acomodo de vegetación.

9.

Cobeneficios de la medida

- Naturaliza el espacio verde urbano.
- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Incremento del valor de la propiedad.
- Utiliza un área de suelo ya disponible y desaprovechada.
- Implementación sencilla e inversión económica relativamente baja.
- Reduce los costos de gestión y mantenimiento de los espacios públicos.

11.

8.



10.

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	La implementación de bosquetes en rotondas, contribuye a minimizar los efectos de la variación de precipitación a nivel muy puntual y mejoras en la regulación climática.
Contribución según escala	Dentro de los barrios, estos espacios son subutilizados y, a nivel de red vial, se constituyen como una posibilidad de incrementar la cobertura vegetal y mejora de la infiltración de agua de lluvia, proviendo distintos servicios ecosistémicos que contribuyen a mitigar o eliminar los impactos generados por las amenazas climáticas.

Consideraciones de costos

Construcción e implementación	Los costos dependen del tamaño de la rotonda o redonda, las condiciones del lugar y el tipo de vegetación que se colocará. Se debe incluir el diseño, la mano de obra y los materiales.
Mantenimiento	Necesidad de mantenimiento progresivamente menor, debido al bajo consumo de agua y el uso de especies nativas.

15.

Bibliografía de referencia

- Centro de Estudios Ambientales (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- EEA (2011). Green infrastructure and territorial cohesion- The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. European Environment Agency.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- Ihobe (2017). Manual para el diseño de jardines y zonas verdes sostenibles. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- MassDOT (2022). Guidelines for the planning and design of roundabouts. Massachusetts Department of Transportation.
- Ortiz, D. (2017). La importancia de las zonas verdes olvidadas de las ciudades: servicios ecosistémicos de las rotondas. Universitat de Barcelona.

12.

Condiciones de implementación

- Este tipo de medida debe garantizar una visibilidad mínima de 40 % para los vehículos que ingresen a la rotonda con el fin de evitar algún tipo de percance vial por motivos de baja visibilidad. Por lo que si se incluyen árboles grandes debe procurarse que no hay ramas bajas que interfieran.
- Por ser un espacio público debe tener un permiso de la alcaldía municipal.
- Si se incluyen mejoras en la infiltración, tomar en cuenta la existencia de obras subterráneas que pueden verse afectadas.

13.

Indicadores de seguimiento y éxito

- Área arborizada.
- Densidad de árboles por unidad de superficie.
- Temperatura ambiente en el lugar de intervención.
- Cantidad potencial de agua infiltrada.

14.

Puede ser combinada con

-  Naturalización de aceras.
-  Jardín de lluvia.
-  Jardines de vida silvestre.

17

COMPENDIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS (ABE) APLICABLES EN ZONAS URBANAS

12. Condicionantes de implementación

Cada una de las medidas aquí presentadas cuenta con alguna situación determinante o del lugar que debe ser considerada para el buen éxito en la implementación de la medida.

13. Indicadores de seguimiento e impacto

Sobre la base de la revisión bibliográfica se recomiendan algunos indicadores que deberán ser contemplados en el monitoreo y seguimiento.

14. Puede ser combinada con

Hace referencia a la vinculación de una u otra medida AbE que pueden ser implementadas de manera conjunta y que favorecen la funcionalidad de estas. Se debe mencionar que no todas las medidas son compatibles y por eso se hace la acotación de cuales realmente pueden desarrollarse, sin tener conflicto entre estas.

15. Bibliografía de referencia

Se adjunta la documentación utilizada para el establecimiento de la ficha de la medida AbE elaborada que puede ser consultada para más información.

Glosario

Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica define oficialmente a la AbE como el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. Forman parte de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Amenaza climática

Se entiende como amenaza climática aquellos factores del clima en el que los humanos tienen poco control.

Alcorque

Hoyo que se hace para plantar un árbol y retener el agua de lluvia o del riego.

Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Cobeneficios

Son aquellos beneficios secundarios obtenidos al implementar una AbE, y estos son de carácter social y económico.

Compost

Humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos.

Conectividad ecológica

Es un concepto utilizado en la disciplina de la ecología del paisaje para describir la afectación en los movimientos de los diferentes organismos del territorio entre los hábitats que lo conforman, generada por la distribución espacial y la calidad de los elementos que allí se encuentran

Ecosistema

Es un sistema que está formado por un conjunto de organismos, el medio ambiente físico en el que viven (hábitat) y las relaciones tanto bióticas como abióticas que se establecen entre ellos.

Escorrentía

Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.

Filtración

Es la separación de los sólidos en suspensión dentro del agua.

Fuste

Tronco de un árbol.

Hábitat

Conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en

el desarrollo de un individuo, una población, una especie o grupo de organismos determinados.

Infiltración

Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.

Isla de calor

Son zonas de calor relativo creadas por temperaturas del aire y de la superficie, más altas que las de las áreas rurales cercanas. Se forman cuando las ciudades reemplazan la cobertura natural del suelo (árboles, pastos, humedales) con pavimento y edificios.

Mulch

Cobertura natural que es utilizada para proteger el suelo. Por ejemplo, formada por paja, hierba cortada o productos sintéticos que se echan para favorecer la aparición del césped y evitar la erosión.

Paisaje

Cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el espacio.

Pradera

Terreno llano y con hierba, césped, pasto, etc.

Resiliencia

Es la capacidad de un sistema para resistir los impactos o factores estresantes relacionados con el clima, al tiempo que conserva los componentes esenciales del sistema original para recuperarse de situaciones complicadas

Servicios ecosistémicos

Son aquellos beneficios que brinda la biodiversidad. En la figura siguiente se presentan los tipos de servicios.



Provisión

- Alimento
- Materias primas
- Recursos medicinales
- Agua potable



Regulación

- Regulación de la calidad del aire y el clima
- Secuestro y almacenamiento de carbono
- Polinización
- Regulación de flujos de agua
- Moderación de eventos extremos
- Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo



Soporte

- Hábitat para las especies
- Mantenimiento de la diversidad genética



Culturales

- Actividades recreativas, salud mental y física
- Sentido de pertenencia

Setos

Arbustos podados y mantenidos para formar una cerca o barrera.

Soluciones basadas en la Naturaleza

Según la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2022), las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son acciones para proteger, conservar, restaurar, utilizar de forma sostenible y gestionar los ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos naturales o modificados que abordan los desafíos sociales, económicos y ambientales de forma eficaz y adaptativa, al tiempo que proporcionan bienestar humano, servicios de los ecosistemas, resiliencia y beneficios para la biodiversidad.

Las SbN se considera un concepto que recoge otras definiciones relacionadas y que según la dimensión se enmarcan dentro de este (ver la figura).

Tezontle

Piedra volcánica porosa, muy ligera, de color rojo oscuro, usada en construcción.

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)



Estratégica

- Adaptación basada en Ecosistemas
- Reducción del riesgo de desastres basado en Ecosistemas (eco-DRR)



Planificación espacial

- Infraestructura verde (IV)
- Infraestructura azul (IA)



Ingeniería suave

- Ingeniería ecológica (IE)
- Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)



Desempeño

- Servicios ecosistémicos

Ejemplos de términos que abarcan las SbN

Fuente: UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part I



AMENAZA CLIMÁTICA:

Cambios en patrones de lluvias



1.

Bosquetes en rotondas y redondeles



2.

Naturalización de aceras



3.

Naturalización de espacios de uso comunitario



4.

Parques y bosques urbanos



5.

Renaturalización de solares y espacios baldíos



6.

Jardin de lluvia



1. Bosquetes en rotondas y redondeles

Descripción

Las rotondas o redondeles son elementos de la ciudad destinados a regular el tráfico. La mayoría tiene forma de circunferencia y su espacio aéreo suele estar libre de conflictos e interferencias. Un bosquete es un bosque artificial en un jardín, parque o área de uso común que sirve para recreación.

Actualmente muchas rotondas son concebidas como espacios verdes, superficies de pasto con alguna vegetación de tipo arbóreo o arbustivo, dispuesta con intención más o menos estética. Esta vegetación puede mitigar los impactos del área de pavimento circundante, incrementar la infiltración de agua, reducir los impactos de isla de calor y capturar partículas de las emisiones vehiculares.

El nivel de uso del espacio para que se den los servicios ecosistémicos se relaciona proporcionalmente con el tamaño de la rotonda o redondel. Eso significa que estos lugares actúan como microhábitats complejos, siendo de menor a mayor el nivel de uso del espacio para que se den los servicios ecosistémicos, según la presencia de mayor número de especies de árboles de gran tamaño (relacionado con los servicios de regulación) y arbustos de diferentes tipos y medidas (relacionados con la polinización y hábitat).

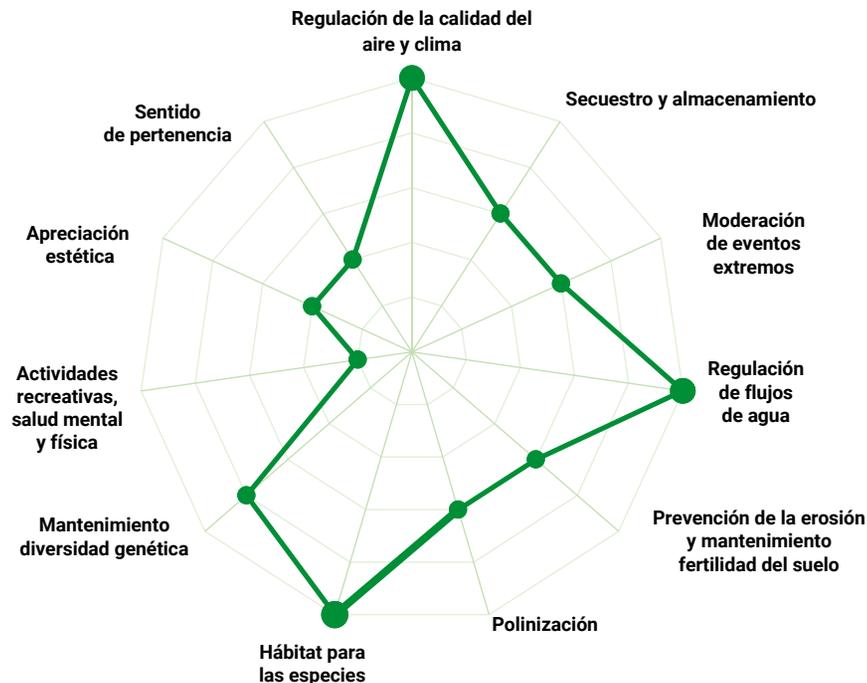
Es decir, si la finalidad es aumentar la filtración de agua y la regulación climática para contrarrestar el efecto de isla de calor, el factor determinante es la plantación de árboles grandes principalmente; si los servicios ecosistémicos que se requieren son favorecer la polinización y el refugio de especies, se priorizan los árboles y arbustos de todas las medidas; y si el objetivo es regular la escorrentía, se establece un sistema de infiltración en el sitio.



Periodo de resultados **5 años**

Foto 1. Redondel Antigua Cuscatlán

Servicios ecosistémicos

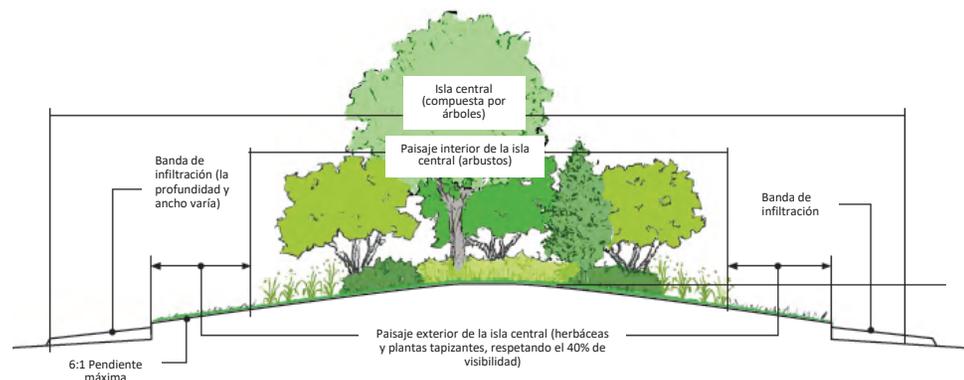


Requerimientos para implementación

- Sol directo por estar en exterior.
- Sistema de riego.
- Especies vegetales a utilizar, preferiblemente nativas y de follaje que permanece verde.
- Variedad de especies, tamaños y formas, de árboles, arbustos y plantas.
- Uso de rastreras y tapizantes en sustitución de pastos.
- Diseño y acomodo de vegetación.

Cobeneficios de la medida

- Naturaliza el espacio verde urbano.
- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Incremento del valor de la propiedad.
- Utiliza un área de suelo ya disponible y desaprovechada.
- Implementación sencilla e inversión económica relativamente baja.
- Reduce los costos de gestión y mantenimiento de los espacios públicos.



Perfil de una rotonda

Fuente: modificado de MassDOT (2022)

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	La implementación de bosquetes en rotondas, contribuye a minimizar los efectos de la variación de precipitación a nivel muy puntual y mejoras en la regulación climática.
Contribución según escala	Dentro de los barrios, estos espacios son subutilizados y, a nivel de red vial, se constituyen como una posibilidad de incrementar la cobertura vegetal y mejora de la infiltración de agua de lluvia, proveyendo distintos servicios ecosistémicos que contribuyen a mitigar o eliminar los impactos generados por las amenazas climáticas.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del tamaño de la rotonda o redondel, las condiciones del lugar y el tipo de vegetación que se colocará. Se debe incluir el diseño, la mano de obra y los materiales.



Mantenimiento

Necesidad de mantenimiento progresivamente menor, debido al bajo consumo de agua y el uso de especies nativas.

Condiciones de implementación

- Este tipo de medida debe garantizar una visibilidad mínima de 40 % para los vehículos que ingresen a la rotonda con el fin de evitar algún tipo de percance vial por motivos de baja visibilidad. Por lo que si se incluyen árboles grandes debe procurarse que no hay ramas bajas que interfieran.
- Por ser un espacio público debe tener un permiso de la alcaldía municipal.
- Si se incluyen mejoras en la infiltración, tomar en cuenta la existencia de obras subterráneas que pueden verse afectadas.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área arborizada.
- Densidad de árboles por unidad de superficie.
- Temperatura ambiente en el lugar de intervención.
- Cantidad potencial de agua infiltrada.

Puede ser combinada con



Naturalización de aceras.



Jardín de lluvia.



Jardines de vida silvestre.

Bibliografía de referencia

- Centro de Estudios Ambientales (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- EEA (2011). Green infrastructure and territorial cohesion- The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. European Environment Agency.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- Ihobe (2017). Manual para el diseño de jardines y zonas verdes sostenibles. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- MassDOT (2022). Guidelines for the planning and design of roundabouts. Massachusetts Department of Transportation.
- Ortiz, D. (2017). La importancia de las zonas verdes olvidadas de las ciudades: servicios ecosistémicos de las rotondas. Universitat de Barcelona.



2. Naturalización de aceras

Descripción

Las aceras son elementos de la ciudad destinados a permitir el paso peatonal seguro. Son estructuras continuas con las limitantes del espacio aéreo, que presenta en algunas ocasiones conflictos e interferencias y es, potencialmente, el lugar ideal para la aplicación de jardinería de bajo mantenimiento. Por otro lado, la naturalización es un proceso de transformación de un espacio en uno que refleje especies de plantas naturales o no invasivas, incluidas plantas perennes en flor, césped, arbustos y árboles.

Se sugiere cambiar el césped que se utiliza frecuentemente, por la abundancia de hierbas silvestres; o la sustitución por plantas tapizantes o cubresuelos; o crear setos vegetales mixtos de importancia para la biodiversidad sobre dichos espacios. La mejor opción son las plantas arbustivas y herbáceas a fin de evitar conflictos con servicios públicos como cableados y tuberías. No obstante, pueden usarse árboles de tamaño pequeño como algunos frutales nativos.

Se constituyen como un jardín en área de uso común. Con un diseño más sofisticado y si el tipo de suelo y el espacio lo permite, se debe facilitar que el agua de escorrentía fluya de manera lenta por la interacción con las plantas, pueda infiltrarse en el subsuelo o bien ser captada a través de lechos de grava.

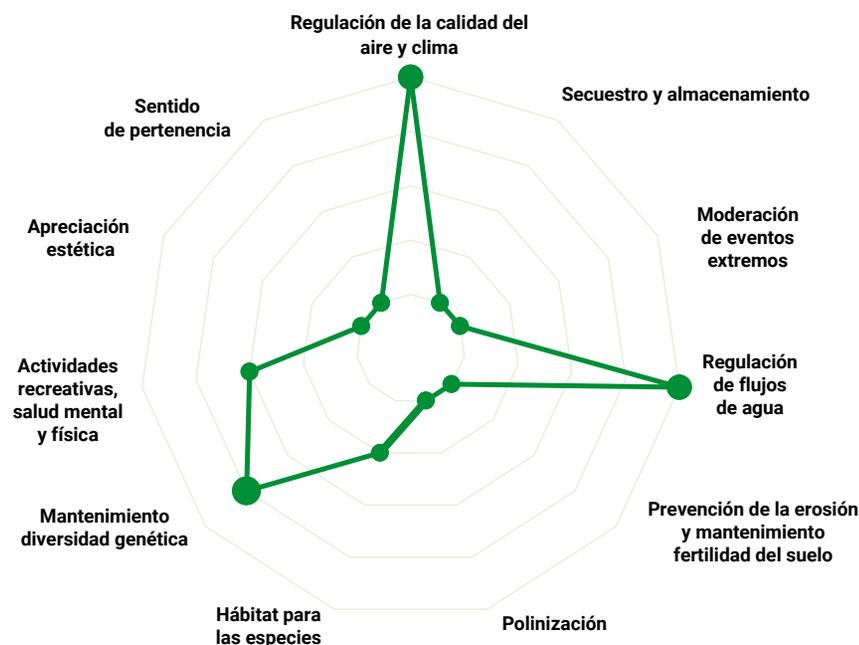
Pueden tener algunos árboles aislados, combinados con plantas enredaderas las cuales pueden ser arbustos o plantas herbáceas con floración vistosa a fin de aumentar su valor estético; con la variante que es preferible utilizar especies nativas, promoviendo así la creación de praderas de flor y la aplicación de sistemas de jardinería de bajo mantenimiento, sirviendo como refugios para la fauna, permitiendo aumentar la biodiversidad urbana y la conectividad ecológica.



Periodo de resultados
1 año

Foto 2. Avenida en San Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

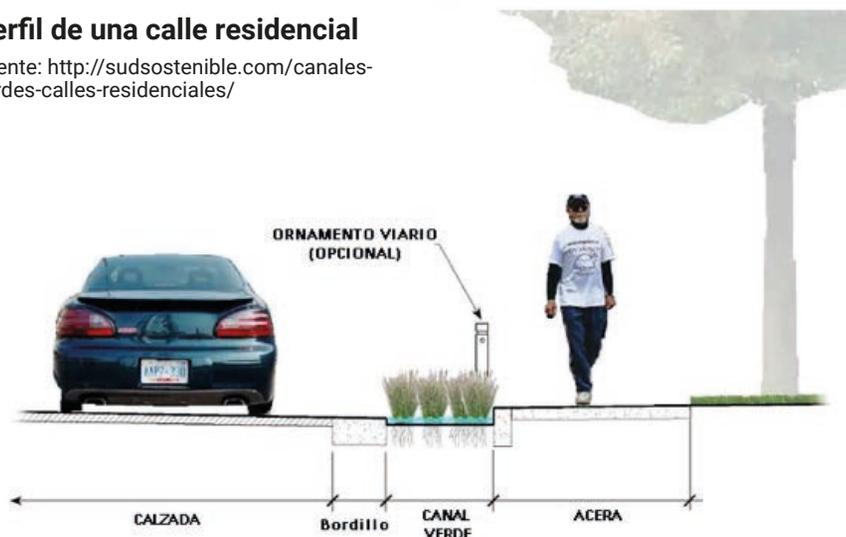
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Espacio en aceras.
- Diversificar el tipo de plantas a sembrar, que incluye semillas de diferentes especies y arbustos o hierbas de crecimiento libre y tolerantes al agua, capaces de soportar las condiciones climatológicas del lugar y adecuadas a las condiciones de luz solar disponibles, por lo que las nativas son la primera opción.
- Contar con capacidad de riego permanente.
- Condiciones óptimas del suelo.

Cobeneficios de la medida

- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Utiliza un área de suelo ya disponible y desaprovechada.
- Reduce los costos de gestión y mantenimiento de los espacios públicos.
- Reduce los daños a la propiedad, al colocar especies adecuadas al espacio.

Perfil de una calle residencial

Fuente: <http://sudsostenible.com/canales-verdes-calles-residenciales/>



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Estos espacios permiten ralentizar la escorrentía del agua de lluvia capturándola durante el mayor tiempo posible y evitando inundaciones urbanas. Esta agua a su vez sirve para la creación de hábitats para las plantas y animales.
Contribución según escala	Para tener un impacto en la infiltración y la reducción de la escorrentía superficial en la zona, debe desarrollarse esta actividad de manera planificada en los espacios urbanísticos denominados aceras, cunetas o banquetas, favoreciendo además la creación de espacios verdes, creando una red ecológica dentro de un barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Estimar el costo del movimiento de tierra, mano de obra y el establecimiento de la capa de suelo, cobertura vegetal y suministros de fertilizantes y riego.



Mantenimiento

Costos bajos de mantenimiento solo para el cuidado de la vegetación y remoción de basura en el lugar.

Condiciones de implementación

- La naturalización de aceras debe respetar en todo momento la libre circulación y de preferencia establecerse en sitios donde contribuya a la captura de agua de lluvia y a la reducción de escorrentía.
- No se recomienda que se instalen con pendientes superiores al 5%. El rango de pendiente ideal es entre 0.1%- 2%.
- Dependiendo del sitio, es requerido el establecimiento de medidas de protección (cercas, alambrado alrededor, pequeños postes) para evitar daño al lugar.
- Posible conflicto de usos, especialmente en espacios para tráfico y parqueo de vehículos.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetada.
- Densidad de plantas herbáceas.
- Metros lineales de aceras intervenidas.
- Cantidad potencial de agua infiltrada.
- Temperatura superficial de la acera.

Puede ser combinada con



Bosquetes en redondeles y rotondas.



Jardines de vida silvestre.



Jardín de lluvia.



Cercas verdes.



Bandas filtrantes de aparcamiento.



Infraestructura lineal verde

Bibliografía de referencia

- Ayuntamiento de Madrid (2018). Guía básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios públicos.
- CIIA (2017). Guía técnica de diseño y construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes. Colombia.
- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea_Programa INTERREG POCTEP.
- <http://sudsostenible.com/canales-verdes-calles-residenciales/>
- <http://sudsostenible.com/recomendaciones-de-diseno-de-cunetas-verdes/>
- <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/urban-infiltration-strips/>
- .



3. Naturalización de espacios de uso comunitario

Descripción

Los espacios de uso comunitario son elementos de la ciudad destinados a recreación y usos múltiples principalmente, sin presentar conflictos de interés e interferencias como para ser intervenidos. Puede aplicarse a espacios al aire libre o espacios confinados como patios y centros de convivencia. Generalmente se encuentran con escasa cobertura arbórea y arbustiva, baja funcionalidad ecológica y tienen elevados costos de mantenimiento. Con la naturalización de estos espacios, se establecen como áreas donde se respetan los procesos naturales de las plantas y se acerca la naturaleza a la vida de las personas.

Hay varias técnicas de naturalización: a) la regeneración natural, dejar el sitio sin cuidado; b) de poda baja, requiere resiembra de especies y poda menos frecuente; c) construcción de suelo, es el arado o remoción del suelo y la inclusión de suelo preparado; y d) sucesión manejada, incluye la plantación de árboles nativos, arbustos y césped de forma variada.

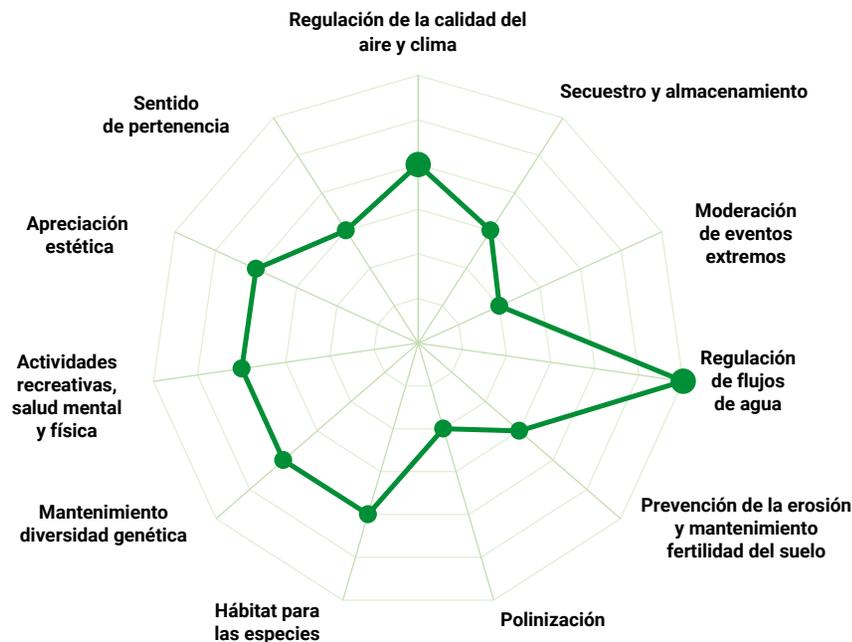
En algunos sitios, si existen árboles aislados, y en combinación con estructuras amigables con el entorno y la introducción de especies nativas, favorecen la creación de praderas y espacios verdes dentro de las comunidades, sirviendo como refugios para la fauna.



Periodo de resultados **2 años**

Foto 3. Espacio comunitario, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

- Limpieza y adecuación del terreno.
- Almacenamiento y recuperación de agua de riego.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Diversificar el tipo de hierbas, plantas, arbustos y árboles a sembrar.
- Espacio suficiente que permita la siembra de las plantas y el desarrollo óptimo de raíces y ramas.
- Suelos de buena calidad.

Cobeneficios de la medida

- Naturaliza el espacio verde urbano.
- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Reducción de costos de mantenimiento.



Regeneración natural



Sucesión manejada



Construcción de suelo



Poda baja

Técnicas de naturalización

Fuente: Calgary, 2017

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Existe un gran potencial en el diseño y acondicionamiento de estos espacios de uso comunitario con criterios naturales, en particular en las zonas de alta densidad urbana. Estos espacios no suelen estar vegetados, por lo que el potencial de incremento de vegetación en estos elementos urbanos es considerable, además es una opción de reverdecimiento de aceptación por parte de la ciudadanía.
Contribución según escala	La naturalización de estos espacios puede ser una estrategia de intervención que puede tener un gran impacto a una escala de barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Se incluye el diseño, limpieza del sitio, siembra, plantación, control de plagas y fertilización y sistema de riego al inicio.



Mantenimiento

Solo es requerido costos para control de plagas y manejo mínimo de la vegetación.

Condiciones de implementación

- Debe servir en primer lugar, como sitio de recreación, relajación y convivencia en armonía con la naturaleza.
- Debe tener fácil acceso.
- Posible incompatibilidad de usos de suelo de acuerdo con el planeamiento urbanístico.
- Se debe conocer la titularidad del suelo (público/privado).
- Considerar la topografía del área para ver los sitios donde se acumula el agua de forma natural.
- Los procesos de naturalización toman su tiempo para llegar a la estabilización natural. Pero al estabilizar, son requeridos menos insumos.
- Participación y colaboración de la comunidad.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetada.
- Densidad de plantas por unidad de superficie.
- Temperatura ambiente.
- Infiltración de agua.

Puede ser combinada con



Jardín de lluvia.



Jardines de vida silvestre.



Pavimentos permeables.



Huertos urbanos.



Mobiliario verde urbano.

Bibliografía de referencia

- Calgary (2017). Naturalization Guidelines. A guide to retrofitting existing park spaces. The City of Calgary.
- Centro de Estudios Ambientales (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- De la Fuente, G. (2021). Espacios verdes urbanos públicos: Ciudadanos y técnicos municipales bases para una gestión sostenible. Procesos urbanos. 8(2):e542.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea_Programa INTERREG POCTEP.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group



4. Parques y bosques urbanos

Descripción

Son espacios públicos naturalizados que forman parte del entramado urbano y constituyen áreas de recreación, esparcimiento y socialización para la ciudadanía. No existe un modelo a implementar y depende del fin de dicho espacio, si es urbano, histórico o temático; que se debe tomar en cuenta para el diseño correspondiente.

En un contexto de falta de recursos y con la necesidad de adaptarse al cambio climático, el concepto de ornamentación de estos espacios debe pasar a ser secundario, por lo que se sugiere el cambio del césped ornamental, pequeño y con requerimiento de agua elevado, a especies nativas que forman prados naturales, que son sencillos de mantener y aptos para soportar el impacto del uso habitual.

Otro recurso muy importante es el arbolado. Si se van a plantar especies, se debe contar con una profundidad del suelo suficiente y que la superficie no tenga una capa muy compactada de tierra para que estos puedan desarrollarse de la mejor manera. Lo ideal es que el hueco en el cual se va a plantar el árbol, tenga al menos el doble del ancho del fuste y la profundidad de la raíz o contenedor.

La infiltración que tienen estas áreas está dada por diversos factores, principalmente la cobertura y grosor de la hojarasca, que juega un papel esencial en la infiltración del agua al subsuelo. Esta hojarasca sirve como capa protectora eficaz que permite absorber mejor el agua de lluvia, lo que da por resultado una disminución drástica en el escurrimiento y por lo tanto en las inundaciones aguas abajo.

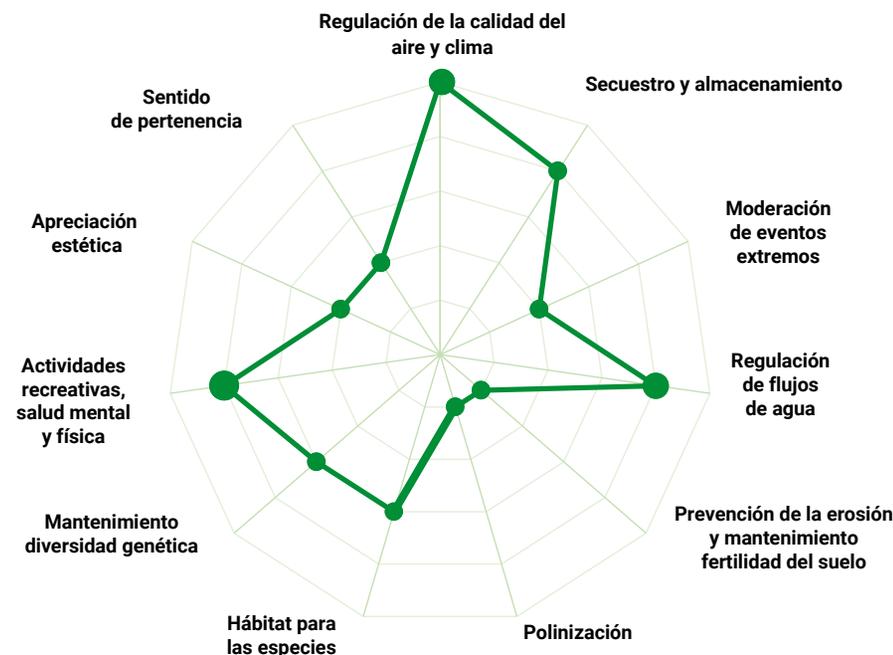
Estos espacios públicos reciben una gran presión: la sobrecarga de visitantes, presencia de especies exóticas y vandalismo. Estas son amenazas que los responsables tienen que afrontar para la protección de la biodiversidad.



Periodo de resultados **6 años**

Foto 4. Parque en Antigua Cuscatlán

Servicios ecosistémicos

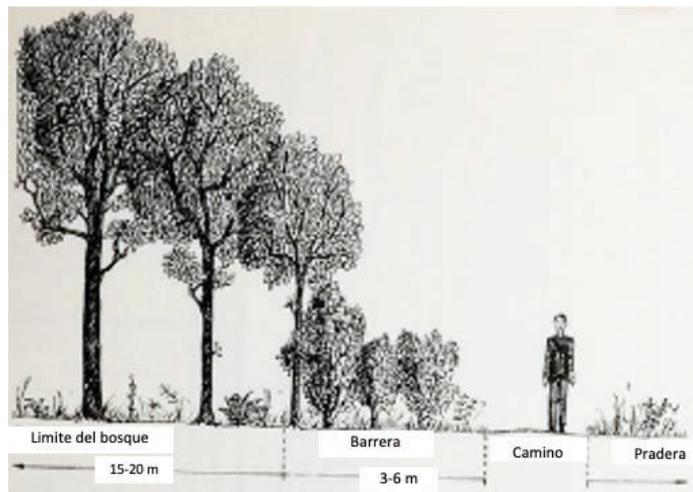


Requerimientos para la implementación

- Iluminación sol directo.
- Sistema de riego.
- Diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Una alta proporción de árboles presentes en el lugar (mayor del 50%) y un mínimo de superficies impermeables.

Cobeneficios de la medida

- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Reduce los costos de gestión y mantenimiento de los espacios públicos y privados.
- Implementación sencilla e inversión económica relativamente baja.
- Incrementa el valor de la propiedad.



Sección esquema sobre posible planificación de un paseo peatonal en un parque.

Fuente: Martínez Peñalosa, C. (2017)

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Los parques y bosques urbanos proveen múltiples servicios ecosistémicos para la ciudadanía. Los asentamientos urbanos circundantes a un parque son menos vulnerables ante efecto de inundaciones, olas de calor y sequías.
Contribución según escala	Estos espacios se conciben como elementos de intervención urbana muy versátiles con relación a la adaptación al cambio climático. Constituyen un elemento urbano clave de identidad y de marca en el lugar.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Se debe incluir el diseño, señalética, mano de obra para la siembra y plantación, control de plagas y fertilización y sistema de riego.



Mantenimiento

Costos para limpieza y manejo mínimo de la vegetación y arbolado

Condiciones de implementación

- Debe tener bien clara la tenencia de la tierra en el sitio a intervenir a fin de evitar conflictos de interés.
- Las especies plantadas deben ser definidas en conjunto con la administración municipal (en el caso de ser público) o con el propietario del inmueble (si este es privado) antes de la intervención.
- Se debe evitar el uso de especies susceptibles a caída debido a vientos fuertes o saturación de suelos, principalmente si es en zona residencial.
- Garantía de accesibilidad pública a dichos parques.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área arborizada.
- Densidad de árboles por unidad de superficie.
- Temperatura ambiente en el sitio.
- Cantidad de especies nativas establecidas.

Puede ser combinada con



Jardines de vida silvestre.



Jardín de lluvia.



Estanque de retención.



Estaciones verdes.



Estanque de detención.



Huertos urbanos.



Pavimentos permeables.



Mobiliario verde urbano.



Infraestructura lineal verde

Bibliografía de referencia

- Berglihn, E. y Gómez-Baggethun, E. (October 2021). Ecosystem services from urban forests: The case of Oslo, Norway. *Ecosystem Services* (v51). <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101358>
- Díaz Vásquez, J. y Curiel Ballesteros, A. (Octubre- diciembre 2012). Bosques urbanos para enfriar las ciudades. *Revista Ciencia*. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/63_4/PDF/BosquesUrbanos.pdf
- EEA (2021). Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction. European Environment Agency.
- Europarc Federation (2019). Periurban Parks. Their place in EU Policies.
- Iñobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Juvillá Ballester, E. Renaturalización de la ciudad. Serie Urbanismo y Vivienda. Colección Estudios (Octubre 2019).
- Martínez Peñalosa, C. (2017). La renaturalización urbana como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático. Trabajo de fin de grado. Universidad de Valladolid.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- Morello, E., Mahmoud, I., Colanino, N., (2019). Catalogue of Nature-based Solutions for urban regeneration, Energy and Urban Planning Workshop. School of Architecture urban Planning Construction Engineering. Politecnico di Milano.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.



5. Renaturalización de solares y espacios baldíos

Descripción

Son lugares con la única presencia de la vegetación naturalizada. A pesar del aspecto de abandono, de desorden e incluso de uso como vertederos, son los lugares donde más se cumplen las funciones ecológicas, por encima de los parques urbanos de diseño más formal.

Los lotes que son de tamaño pequeño o que hacen que el desarrollo sea un desafío, presentan oportunidades ideales para desarrollarse de manera diferente, mejorando o preservando la infraestructura verde urbana a través de la renaturalización, con baja demanda de mantenimiento.

También es importante considerar la perspectiva temporal además de la espacial. Por ejemplo, aún si hay un desarrollo planificado para una parcela vacante en particular, se debe considerar la opción de utilizar lotes baldíos, a corto, mediano y largo plazo, como sitios naturales urbanos que brindan y respaldan los servicios del ecosistema. Por ejemplo, con la implementación de huertos y jardines silvestres.

La renaturalización de solares y espacios baldíos permite reducir el efecto de isla de calor, aumentar la absorción de CO₂ y la retención de partículas en suspensión.

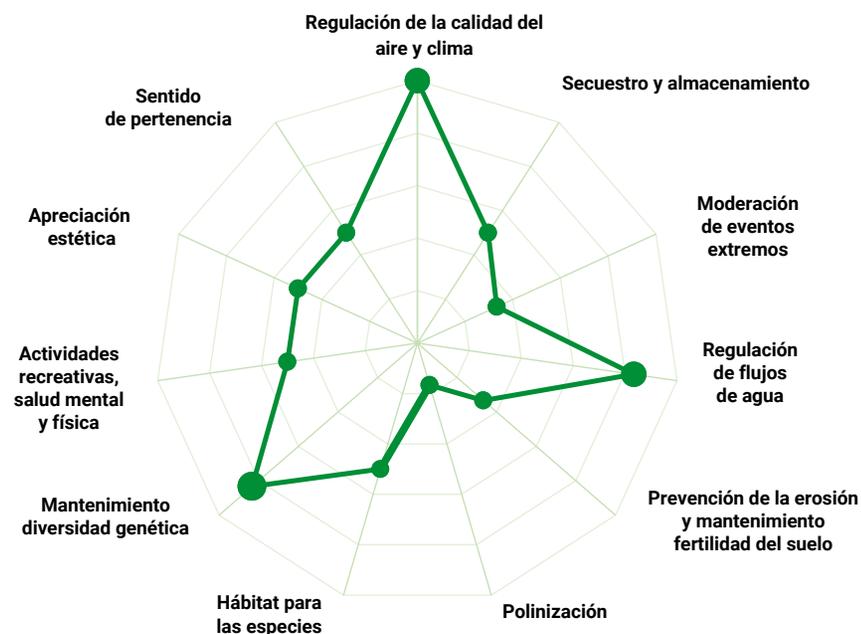
Los espacios naturales no pavimentados contribuyen al control de las lluvias torrenciales y las inundaciones y se convierten en espacios verdes para la comunidad, mejorando su salud física y mental.

Mas allá de las medidas que se aplican, las intervenciones en estos espacios abandonados, pueden contribuir a la seguridad de estas zonas y por ende a la reducción de vandalismo e incrementa un sentido de pertenencia en los barrios.



Periodo de resultados 3 años
Foto 5. Predio baldío Antigua Cuscatlán

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

- Diversidad de especies de arbolado y arbustivas.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Espacio físico suficiente.
- Especies nativas con floración permanentes.
- Suelo con posibilidad de drenaje natural.
- Debe estar a sol directo o parcial al menos durante 6 horas.

Cobeneficios de la medida

- Naturaliza el espacio verde urbano.
- Aumenta la conectividad entre los espacios verdes urbanos.
- Incremento del valor de la propiedad.
- Utiliza un área de suelo ya disponible y desaprovechado.
- Implementación sencilla e inversión económica relativamente baja.
- Reduce los costos de gestión y mantenimiento de los espacios públicos

Esquema de una posible renaturalización de un solar con diversas especies

Fuente: Martínez Peñalosa, C. (2017)



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Las medidas de renaturalización han demostrado eficacia para luchar contra el cambio climático y favorecer múltiples servicios ecosistémicos.
Contribución según escala	Estos predios baldíos y solares renaturalizados pueden proveer nuevos espacios verdes a aquellos barrios que cuentan con poco espacio público disponible, y por consiguiente proveer de los servicios ecosistémicos que estos espacios brindan.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Limpieza del terreno para la siembra y plantación, y eventualmente un sistema de riego al inicio.



Mantenimiento

Costos para limpieza y manejo mínimo de la vegetación y arbolado

Condiciones de implementación

- Este tipo de medida debe tener bien clara la tenencia de la tierra en el sitio a intervenir a fin de evitar conflictos de interés.
- Usos temporales incompatibles con el uso asignado en la normativa municipal o bien restricciones de uso.
- Las especies plantadas deben ser definidas en conjunto con el propietario del inmueble antes de la intervención.
- Se debe evitar el uso de especies susceptibles a caída debido a vientos fuertes o saturación de suelos, principalmente si es en zona residencial.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetada.
- Densidad de árboles, arbustos y hierbas por unidad de superficie.
- Infiltración de agua de lluvia.
- Temperatura superficial y ambiente.

Puede ser combinada con



Jardines de vida silvestre.



Huertos urbanos.



Infraestructura lineal verde.

Bibliografía de referencia

- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- Juvillá Ballester, E. Renaturalización de la ciudad. Serie Urbanismo y Vivienda. Colección Estudios (Octubre 2019).
- Martínez Peñalosa, C. (2017). La renaturalización urbana como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático. Trabajo de fin de grado. Universidad de Valladolid.
- WWF (2021). Soluciones urbanas basadas en la Naturaleza. Ciudades que lideran el camino. Fondo Mundial para la Naturaleza.
- <https://www.thenatureofcities.com/2012/08/21/vacant-land-in-cities-could-provide-important-social-and-ecological-benefits/>



6. Jardín de lluvia

Descripción

Un jardín de lluvia es un área natural o artificial poco profunda, diseñada para recolectar el agua de lluvia que corre sobre superficies impermeables, tales como el techo, aceras, y otras; y que posteriormente esta agua se infiltra al subsuelo.

Para optimizar sus funciones, debe incluir un suelo poroso y drenante, vegetación nativa y algunas plantas resistentes a altos niveles de humedad. El diseño de los bordes debe permitir que el agua del entorno ingrese al jardín. Todos estos elementos tienen la función de desacelerar, reducir, filtrar y almacenar el agua de escorrentía o incrementar la evapotranspiración. Además de estas funciones, cumple con mejorar el paisaje en el lugar.

Un aspecto importante es que la eliminación del agua estancada en el patio también reduce los criaderos de mosquitos y crea un valioso ecosistema para las aves, las mariposas, las abejas y otros polinizadores. En este tema, se reconoce que si el jardín de lluvia ha sido bien diseñado y construido, el drenaje del agua se debe dar en 1-3 días y es sabido que los mosquitos toman de 4-7 días para pasar a fase adulta en aguas estancadas, por lo que no existe ningún problema de vectores.

Pueden absorber 30% más de agua de lluvia que un área de césped del mismo tamaño.

Los jardines de lluvia son comunes en parques, plazas y jardines privados, y son más efectivos con pequeñas tormentas.

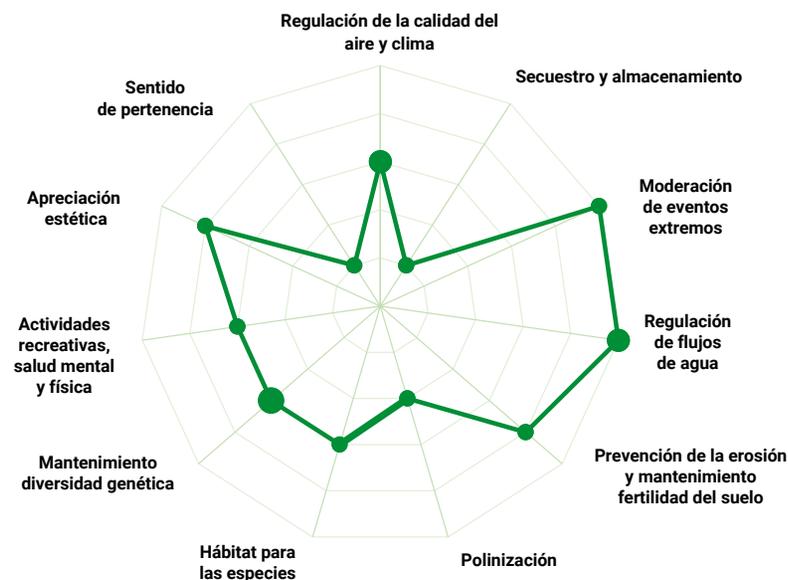
Cuando se realizan jardines de lluvia en el área verde de la acera, se debe reconocer y/o consultar la ubicación de las tuberías de agua potable, electricidad, fibra óptica, entre otros; por las respectivas entidades responsables.



Periodo de resultados
2 años

Foto 6. Jardín de lluvia, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

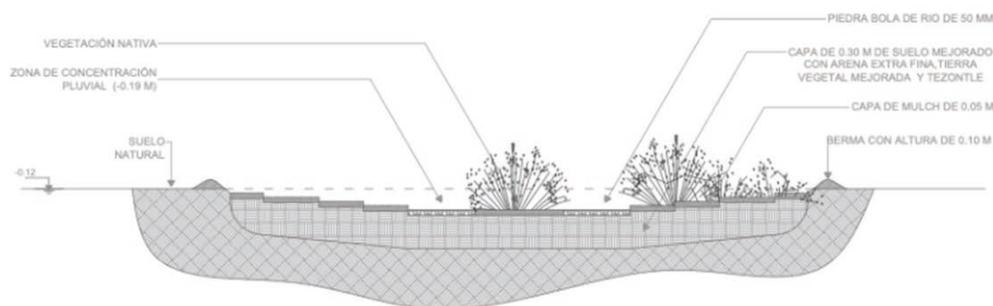
- Selección de especies apropiadas de plantas nativas, entre herbáceas, arbustos y árboles.
- Mulch, compost y sustrato adecuado, aproximadamente 5%-10% del suelo.
- Acomodamiento de la vegetación dentro del jardín y en los alrededores.
- Excavación del sitio sin compactar.
- Línea de material pétreo para marcar el contorno, la entrada y salida del flujo de agua.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Esquema de jardín de lluvia

Fuente: Badillo (2017).



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Los jardines de lluvia pueden mejorar la apariencia de las viviendas y jardines, proveen hábitat para la biodiversidad, filtran sustancias contaminantes, reducen la escorrentía superficial e incrementan la cantidad de agua que abastece el manto acuífero.
Contribución según escala	Esta medida está típicamente diseñada para recoger el agua de lluvia de forma local de una pequeña área de captación. Sin embargo, una batería de estas intervenciones a esta escala puede contribuir a reducir los efectos de inundaciones más grandes en territorios urbanos. Esta medida puede ser implementada como parte de una renovación de calle, escalar el sistema de alcantarillado y expansión de capacidad, y en la instalación de drenaje pluvial en nuevas áreas de desarrollo.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Diseño, estudios preliminares, materiales de relleno, vegetación y mano de obra.



Mantenimiento

Costos mínimos que incluyen el manejo de sedimentos y de vegetación, y riego, solo inicialmente.

Condicionantes de implementación

- Es mejor mantener los jardines de lluvia alejados de la cimentación de las viviendas, servicios eléctricos y otros servicios afectados (hasta un máximo de 3 metros), ni tampoco cerca del borde de pendientes pronunciadas.
- No deben implementarse en suelos con facilidad de saturación y erosión (tierra blanca)
- El área de superficie de un jardín de lluvia debería ser aproximadamente del 3% al 6% del área de drenaje vinculada.
- La profundidad del estancamiento depende de la cantidad de agua de lluvia a ser tratada.
- Un muestreo de suelos debe ser realizado para evaluar la permeabilidad.
- Estos jardines trabajan mejor con pequeñas áreas de drenaje, que facilitan una mejor distribución del flujo de agua de lluvia sobre la cama del filtro.
- Requiere un plan de mantenimiento, que incluye la remoción de sedimentos y manejo de la vegetación.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área de captación.
- Densidad de plantas por unidad de superficie.
- Cantidad potencial de agua infiltrada

Puede ser combinada con



Bosquetes en rotondas y redondeles.



Naturalización de espacios de uso comunitario.



Banda filtrante de aparcamiento.



Pavimentos permeables.



Naturalización de aceras.



Parques y bosques urbanos.



Jardines de vida silvestre.



Estaciones verdes.

Bibliografía de referencia

- Badillo, C. (2017). Jardines de Lluvia Una estrategia paisajística para aprovechar el agua pluvial de las ciudades. Caso de estudio: Azcapotzalco. Universidad Autónoma Metropolitana
- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- Hinman, C. (2013) Rain Garden Handbook for Western Washington. A guide for design, maintenance, and installation. Washington State University. <https://apps.ecology.wa.gov/publications/publications/1310027.pdf>
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.



AMENAZA CLIMÁTICA:

Lluvias intensas



Banda filtrante de aparcamiento



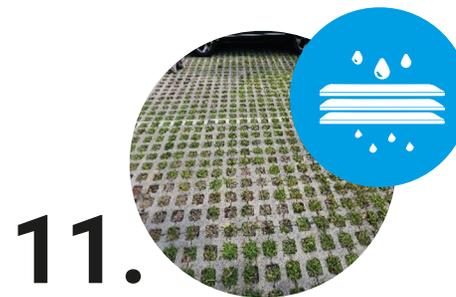
Estanque de retención



Estanque de detención



Jardines de vida silvestre



Pavimentos permeables



7. Banda filtrante de aparcamiento

Descripción

Elemento lineal de tierra vegetada con cierta inclinación, cuya finalidad es ralentizar la escorrentía superficial y facilitar su filtración atrapando sólidos y aceites. Suele situarse en los márgenes de la calzada como zona previa a la cuneta.

Las bandas filtrantes, son porciones de suelos anchas y con poca pendiente, cubiertas de vegetación (preferentemente plantas herbáceas nativas) emplazadas entre una superficie impermeable y el medio que recibe la escorrentía. Esta técnica favorece la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración del agua.

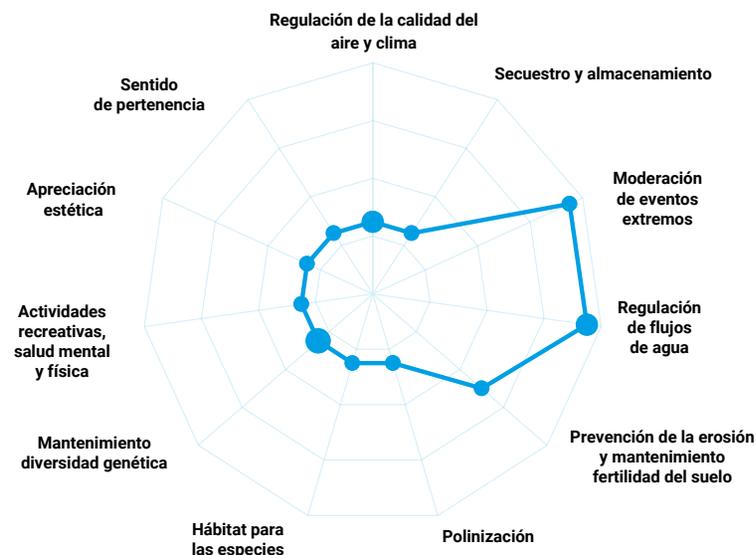
Las pendientes de las franjas filtrantes deben ser suaves y la anchura a atravesar por el agua lo mayor posible, puesto que a mayor ancho y alta densidad y diversidad de vegetación, se obtiene una mayor capacidad filtrante y un considerable grado de depuración. Las franjas de filtración pueden acoger cualquier forma de vegetación natural, desde un prado hasta un pequeño bosque.

Estos elementos lineales son los encargados de filtrar el agua de escorrentía, y canalizarla hasta un punto de almacenamiento o infiltración. Mediante este primer filtrado se consigue atrapar parte de la materia orgánica, los metales pesados y los residuos grasos. Si el agua contiene una elevada cantidad de residuos, una de las medidas más utilizadas consiste en incorporar vegetación en el talud de manera que ralentiza y filtra el agua de escorrentía. Estos pueden ser vegetados y rellenos de gravas, que consiguen disminuir la velocidad del agua de escorrentía, a la vez que permiten la filtración e infiltración de las aguas.



Periodo de resultados
1 año
Foto 7. Banda filtrante de aparcamiento, El Salvador

Servicios ecosistémicos

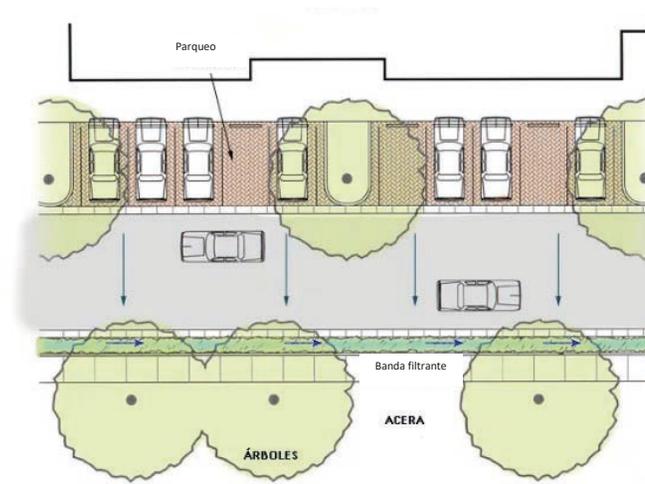


Requerimientos para la implementación

- Iluminación y sol directo.
- Elementos de vegetación nativa y con baja necesidad hídrica, que pueden ser especies herbáceas, arbustivas y árboles.
- Sistema de riego adicional para mantener la vegetación en los primeros años y para mantenimiento en época seca.
- Sustrato de tierra y aplicación de geotextil.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.



Esquema de banda filtrante de aparcamiento

Fuente: <http://sudsostenible.com/en-estacionamientos-variados/>

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	El agua que se escurre de los parqueos no fluye directamente al alcantarillado, sino que se conduce a este sistema de infiltración que ayuda a mejorar la biodiversidad, la calidad de vida y sobre todo el riesgo de inundaciones.
Contribución según escala	La utilización de estas bandas constituye una tecnología sencilla y con gran proyección en la transformación urbana, que implementada a escala generalizada de barrio, puede contribuir a una mejor absorción del agua de escorrentía, con potencial reducción del caudal pico en una lluvia intensa.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del tamaño. Incluye diseño, estudios preliminares, materiales de relleno, vegetación y mano de obra.



Mantenimiento

Costos mínimos que incluyen el manejo de sedimentos y de vegetación, y riego, solo inicialmente.

Condicionantes de implementación

- Este tipo de medida debe implementarse en espacios próximos a calzadas o sitios de aparcamientos, incorporando material pétreo para facilitar el proceso de filtrado. Se ha de situar en uno de los laterales de la calzada y en el sentido opuesto del área de parqueo.
- Se recomienda que debe haber por lo menos 1 m de longitud de banda filtrante por cada 6 m de la zona de aporte y que la longitud máxima del área impermeable a drenar sea de unos 50 m.
- Tomar en cuenta la climatología y las características del terreno para el diseño. La permeabilidad y la estructura del suelo difieren mucho de un lugar a otro, e incluso en diferentes partes de los lugares individuales. La estructura del suelo y los niveles de las aguas subterráneas deben determinarse antes de elegir un sistema de drenaje biológico para drenar el agua de lluvia.
- La implementación de este tipo de medidas solo es viable si no se ubican sobre equipamientos subterráneos como parqueos, por ejemplo.
- Durante la fase de diseño se incluye el plan de mantenimiento del material, que se debe entregar al propietario o a la administración pública a cargo.
- Sobre el mantenimiento de la vegetación, se recomienda una altura de 3 a 5 cm.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetada.
- Densidad de árboles, arbustos y hierbas por unidad de superficie.
- Cantidad de agua infiltrada.
- Humedad del suelo.

Puede ser combinada con



Naturalización
de aceras.



Pavimentos
permeables.



Jardín
de lluvia.



Infraestructura
lineal verde

Bibliografía de referencia

- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- Morello, E., Mahmoud, I., Colanino, N., (2019). Catalogue of Nature-based Solutions for urban regeneration, Energy and Urban Planning Workshop. School of Architecture urban Planning Construction Engineering. Politecnico di Milano.
- https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-riesgo-inundacion-sistemas-urbano-drenaje-sostenible_tcm30-503726.pdf
- <http://sudsostenible.com/en-estacionamientos-viarios/>
- <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/bioswales/>



8. Estanques de retención

Descripción

Son lagunas artificiales que tienen agua de forma permanente por lo que permiten la proliferación de flora y fauna acuáticas. Su profundidad ha de estar comprendida entre 1.2 y 2 m. El volumen de agua constante oculta bancos de sedimentos antiestéticos e incrementa el rendimiento en la eliminación de nutrientes, metales pesados, coliformes y materia orgánica.

La característica fundamental que tienen los estanques de retención es su capacidad de eliminación de contaminantes, ya sea por sedimentación o por procesos de biodegradación llevados a cabo por las plantas y microorganismos que allí habitan.

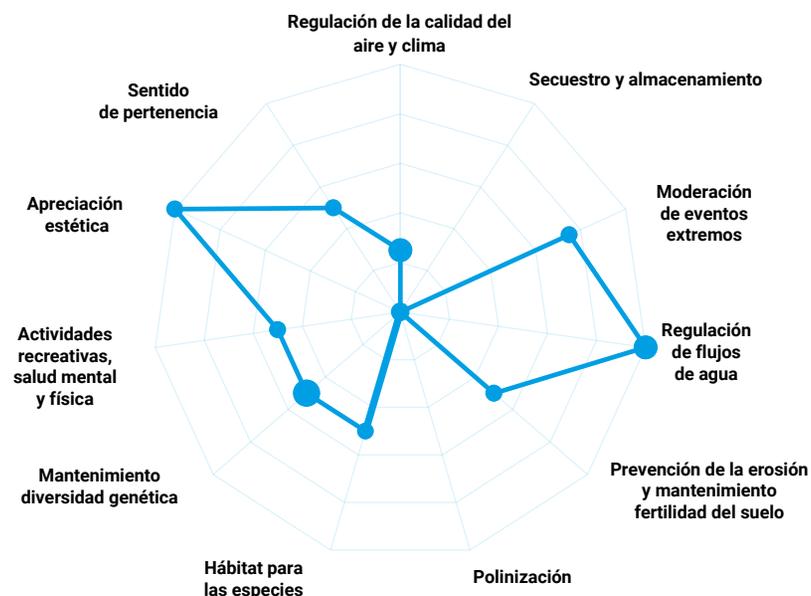
Se dimensionan para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía, de 2 a 3 semanas, ya que requieren de un caudal base elevado. Tienen capacidad de gestión para tormentas con periodo de retorno alto.

Estos estanques deben contener las siguientes zonas: una cámara de carga de sedimentos, u otra forma de sistema de pretratamiento aguas arriba; una piscina permanente que permanecerá húmeda durante todo el año y es la principal zona de tratamiento; un volumen de almacenamiento temporal para la atenuación de inundaciones, creado a través de banco ajardinados hasta la piscina permanente, y una zona poco profunda o banco acuático que es un área poco profunda a lo largo del borde de la piscina permanente para apoyar la plantación de especies para humedales, brindando beneficios ecológicos, recreativos y de seguridad.



Periodo de resultados
2 años
Foto 8
Estanque de retención,
El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

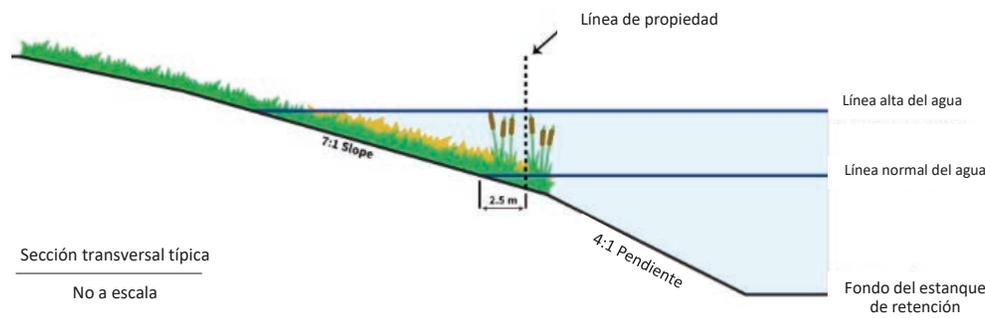
- Utilización de una depresión natural existente, excavación de una nueva o la construcción de un terraplén.
- Contar con elementos que contribuyan a la depuración natural para evitar condiciones anaerobias que puedan generar malos olores o presencia de mosquitos. Para ello conviene elegir bien el tipo de vegetación y situar algún dispositivo de aireación del agua.
- Deben preverse sistemas de llenado del estanque, como canalizaciones a cielo abierto o subterráneas, tubos porosos, lechos de grava, etc.

Cobeneficios de la medida

- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Perfil de un estanque de retención

Fuente: <https://legacy.winnipeg.ca/waterandwaste/retentionPonds/types.stm>



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Estos estanques contribuyen en la regulación del ciclo natural del agua, reduciendo tanto el riesgo de sequías, como mitigando los efectos asociados a las inundaciones por precipitaciones extremas.
Contribución según escala	Los estanques de retención están diseñados para manejar grandes fluctuaciones en los niveles de agua. En lluvias intensas, los niveles de agua pueden aumentar drásticamente. El almacenamiento temporal del exceso de escorrentía en estos estanques, ayuda a evitar que el sistema de alcantarillado se sobrecargue y reduce la ocurrencia de inundaciones como una estrategia regional.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del tamaño y diseño, como del tipo de suelo; incluye estudios preliminares, excavación, vegetación y mano de obra.



Mantenimiento

Debe incluir el manejo y limpieza del estanque, entradas y salidas del agua y de la vegetación.

Condiciones de implementación

- Necesita de grandes extensiones del área de drenaje de unas 10 hectáreas aproximadamente, la pendiente longitudinal del perfil no puede superar el 15% y la diferencia de cotas entre la entrada y la salida ha de estar comprendida entre 1.2 y 1.8 metros.
- Los cuerpos de agua naturales existentes no deben usarse debido al riesgo de contaminación por la mala calidad del agua que pueda perturbar o dañar la ecología natural del ecosistema.
- Inclusión de un vertedero de emergencia para un desbordamiento seguro cuando se exceda la capacidad de almacenamiento.
- Otro factor importante en el diseño de estos elementos es su localización, deben evitarse zonas próximas a acuíferos y si no puede ser, impermeabilizar el fondo del estanque para evitar que los agentes contaminantes lleguen a las aguas subterráneas; ni tampoco cerca de viviendas ni en sitios donde los suelos sean fácilmente erosionados.
- Requiere actividades de mantenimiento para la remoción de sedimentos y manejo de la vegetación

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área de captación.
- Volumen del agua retenida.
- Caudal de diseño.

Puede ser combinada con



Parques y bosques urbanos.



Infraestructura lineal verde.

Bibliografía de referencia

- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- Iwaszuk, E; Rudik, G.; Duin, L.; Mederake, L.; Davis, M. y Naumann, S. (2019). Addressing climate change in cities. Catalogue of urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/estanques-de-retencion/>
- <http://nwrn.eu/measure/retention-ponds>
- <https://legacy.winnipeg.ca/waterandwaste/retentionPonds/types.stm>



9. Estanques de detención

Descripción

Los estanques de detención son áreas al aire libre que almacenan temporalmente las aguas pluviales. Estos estanques son más profundos y biológicamente menos diversos que los jardines de lluvia.

Durante los períodos de fuertes lluvias, el área se inunda y podría llegar al llenado en casos de lluvias de mayor duración. Si la superficie está vegetada, el suelo absorbe el agua de escorrentía, o puede ser descargada al sistema de drenaje público.

Favorecen la sedimentación de contaminantes eliminándolos así de la masa de agua. Pero su principal contribución es la reducción de la escorrentía superficial y disminución de la posibilidad a inundación, particularmente en áreas urbanas.

Deben ser capaces de drenar toda el agua almacenada en unas 24 horas, por si se repite el evento pluviométrico, que tengan capacidad de tratar esa nueva escorrentía generada.

Otras versiones de esta medida corresponden a superficies con áreas ligeramente elevadas y partes bajas muy próximas, donde el agua permanece durante algún tiempo, hasta que se evapora o se infiltra.

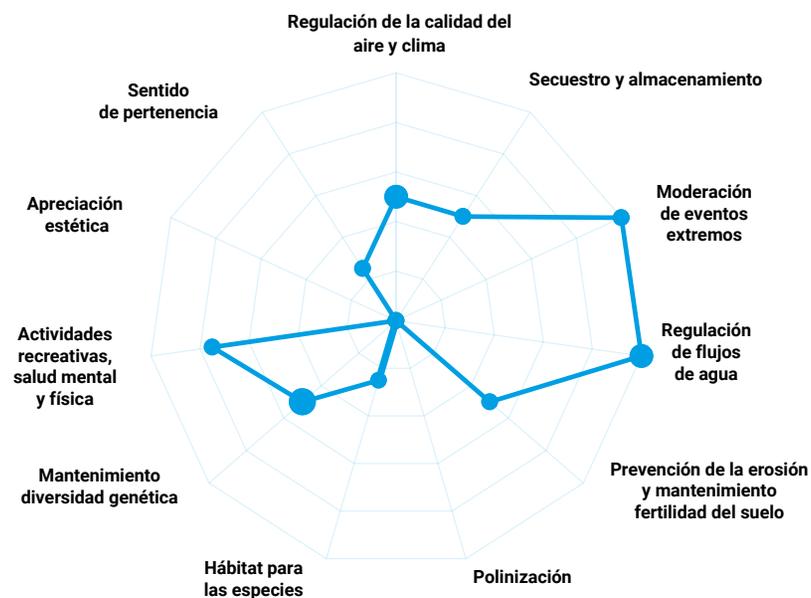
La mayor parte del tiempo estos estanques permanecen secos, por lo que también pueden servir como espacios de recreación.



Periodo de resultados
2 años

Foto 9. Estanque de detención, Antiguo Cuscatlán

Servicios ecosistémicos



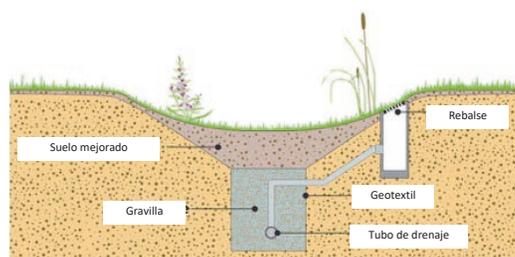
Requerimientos para la implementación

- Alimentación o punto de entrada.
- Bordes o muros laterales.
- Superficie plana en depresión permeable.
- Mezcla de suelo preparado.
- Selección de pastos y especies herbáceas con una estructura de raíces que se adhieren al suelo y desarrollan una cubierta densa y tolerantes a condiciones de saturación del suelo.

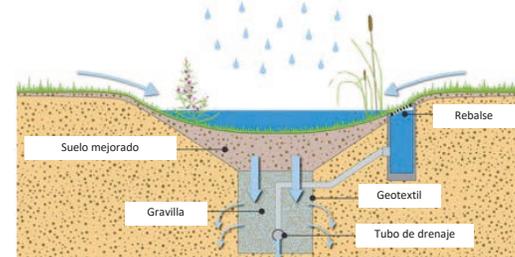
Cobeneficios de la medida

- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Puede ser parte de un espacio público o privado al aire libre.

Esquema de un estanque cuando está seco.



Esquema de un estanque durante lluvia intensa.



Fuente: <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/bioswales/>

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Estos estanques están diseñados para aplicarse de manera local.
Contribución según escala	Pueden ser implementadas como parte de una estrategia de mejora del sistema de drenaje para nuevas áreas de desarrollo en un barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del tamaño y diseño, como del tipo de suelo; incluye estudios preliminares, excavación y mano de obra.



Mantenimiento

Debe incluir el manejo y limpieza del estanque y las entradas y salidas del agua.

Condiciones de implementación

- El tamaño de un estanque de detención depende de diversos factores tales como la topografía, el área de captación efectiva y la relación entre las cantidades de agua que entran y la descargada. Puede ser diseñada para cualquier tamaño, dependiendo de los requisitos de almacenamiento.
- Se debe tener cuidado de que los niveles de diseño, las pendientes para las entradas, la base y los lados del estanque, se construyan con precisión para evitar que la escorrentía se desvíe de las entradas de las zanjas o se estanque en la base de las zanjas y favorezca la canalización del flujo.
- Evitar la compactación del suelo del estanque, ya que reduce la capacidad de infiltración.
- Las dimensiones recomendadas son: proporción largo ancho debe estar entre 3:1 y 5:1, y profundidad máxima entre 1 y 2 metros.
- Se recomienda para un área de captación de hasta 1 km².
- Es importante evitar ubicar los estanques de detención en áreas donde el almacenamiento de agua puede causar problemas de estabilidad de taludes o de cimentación; por ejemplo, en áreas de deslizamientos de tierra o en la parte superior de laderas, a menos que se haya llevado a cabo una evaluación de riesgos de ingeniería completa.
- Los estanques de detención no están diseñados para permitir la infiltración a los suelos subyacentes y al agua subterránea.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área de captación.
- Volumen del agua almacenada.
- Tiempo de retención.
- Caudal de diseño.

Puede ser combinada con



Parques y bosques urbanos.



Infraestructura lineal verde.

Bibliografía de referencia

- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- Iwaszuk, E; Rudik, G.; Duin, L.; Mederake, L.; Davis, M. y Naumann, S. (2019). Addressing climate change in cities. Catalogue of urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Jefferies, C.; Bray, R. y Shaffer, P. (2015). The SuDS Manual, CIRIA C753F.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.
- <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/depositos-superficiales-de-detencion/>
- <http://nwrn.eu/measure/detention-basins>
- https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention_and_detention/Detention_basins.html
- <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/bioswales/>



10. Jardines de vida silvestre

Descripción

Es un jardín en el que la conservación de la naturaleza desempeña un papel importante. Se reproduce, a su escala, el medio ambiente natural local (biotopo), para proporcionar un refugio a la fauna silvestre, tanto plantas como animales.

Su principal característica es una fuerte presencia de las plantas nativas, que se utilizan para apoyar la vida silvestre y que proveen un hábitat complejo más amigable con las aves y otros polinizadores. Además, dichas plantas secuestran carbono, usan menos agua, sirven de purificadoras de aire, son fijadoras de suelo y sus raíces ayudan a retener la escorrentía superficial.

Las plantas nativas son de fácil crecimiento, resilientes y soportan cambios drásticos del clima. No requieren de pesticidas ni fertilizantes ni agua, por lo que representa un ahorro económico.

Esta medida puede ser implementada en parques de dominio público o privado y también en los jardines de las viviendas, que pueden llegar a convertirse en parches de biodiversidad urbana.

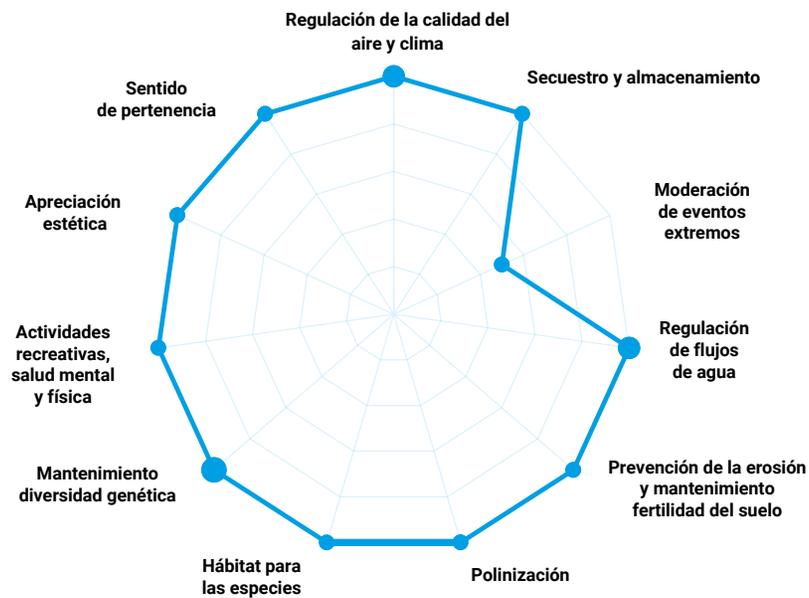
Estos jardines son pequeñas réplicas de naturaleza, estética y ecológicamente deseables, pueden llegar a ser educativas para la población.

Es importante tener en cuenta el diseño y la colocación efectiva de los grupos de plantas, principalmente porque será un esquema no tradicional a los jardines convencionales a los que la población se encuentra acostumbrada. Especialmente como su objetivo es ser refugio de vida silvestre, no es necesario mantenerlo perfectamente limpio.



Periodo de resultados
2 años
Foto 10. Centro comercial en Antiguo Cuscatlán

Servicios ecosistémicos

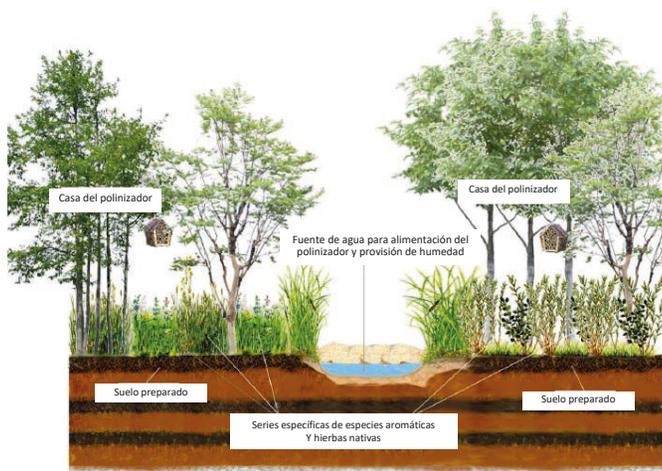


Requerimientos para la implementación

- Iluminación sol directo.
- Almacenamiento y recuperación de agua de riego, que es necesaria solo al inicio de la plantación, reduciendo su uso posteriormente.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Alta diversidad de arbustos y hierbas con flores, especialmente nativas.
- Estructuras rústicas que sirvan de microhábitat, tales como leños viejos y rocas.
- Abono natural, tierra y cobertura de suelo.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Ahorro energético de las edificaciones.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.
- Inversión baja y ahorro económico en el mantenimiento.



Ejemplo de módulo de jardín de vida silvestre para polinizadores

Fuente: modificado de UrbanGreenUp (2018)

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Estos jardines actúan como sitios de alta importancia y reservorios y su diseño tendrá especial consideración hacia una estrategia de adaptación al cambio climático.
Contribución según escala	Las intervenciones de jardines silvestres a nivel local pueden tener un impacto a una mayor escala y puede ser utilizada como una estrategia de escalonamiento para la biodiversidad y el impacto al suelo y microclimas y reducción de escorrentía si su aplicación va más allá de una visión local.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del tamaño y diseño, incluye la remoción de suelo y/o césped, vegetación y mano de obra.



Mantenimiento

Reducido al mínimo los costos de mantenimiento.

Condiciones de implementación

- Los jardines de vida silvestre mayormente utilizan las plantas originarias de la localidad. Esto facilita la adaptación de las especies y motiva el desarrollo de la fauna.
- La selección de las especies debe tomar en cuenta los requerimientos individuales, a modo de minimizar la intervención humana. Asimismo, se debe considerar el color de las flores, su follaje, el tamaño, periodo de florecimiento, etc.
- La poda será necesaria solo en casos de enfermedad. Debe evitarse la extracción de ramas y hojas secas ya que estas juegan un rol importante en el ciclo de nutrientes.
- Limitar los pavimentos artificiales.
- La población debe ser incluida en la selección de la vegetación y la implementación.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área plantada.
- Densidad de plantas por unidad de superficie.
- Indicador de especies.
- Temperatura superficial del sitio.
- Cantidad potencial de agua infiltrada.

Puede ser combinada con



Bosquetes en rotondas y redondeles.



Naturalización de aceras.



Naturalización de espacios de uso comunitario.



Parques y bosques urbanos.



Renaturalización de solares y espacios baldíos.



Jardín de lluvia.



Pavimentos permeables.



Paredes verdes.



Techos verdes.



Estaciones verdes.



Infraestructura lineal verde.

Bibliografía de referencia

- Fernández-Calvo, I.; González, F. (2011). Jardines para la Biodiversidad. https://www.researchgate.net/publication/297917953_Jardines_para_la_Biodiversidad
- Heiland, P. (2021) Utilización de plantas nativas y sus beneficios en el diseño de parques y jardines en la ciudad de Bahía Blanca. Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires.
- Heiser, C. (2015). Habitat gardening for wildlife. Virginia Cooperative Extension.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- <https://urbinat.eu/nbs/wildlife-park-urban-park-urban-wetlands/>
- <https://www.nwf.org/Garden-for-Wildlife/About/Impact>



11. Pavimentos permeables

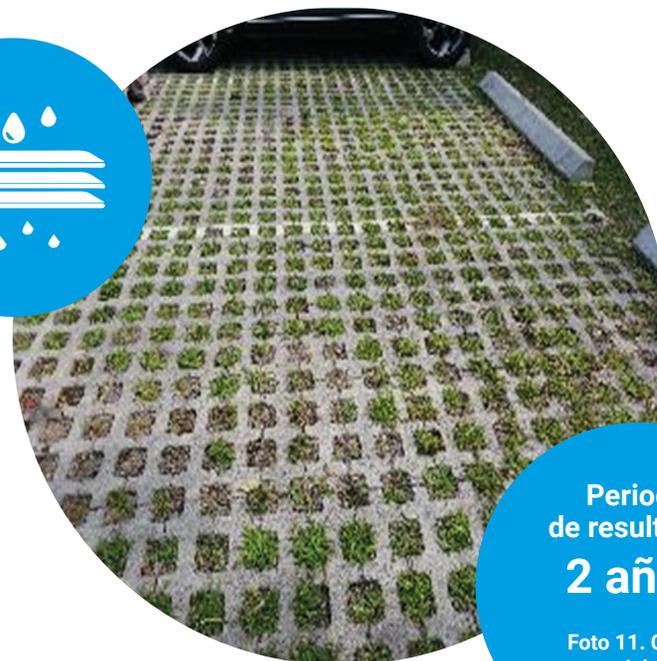
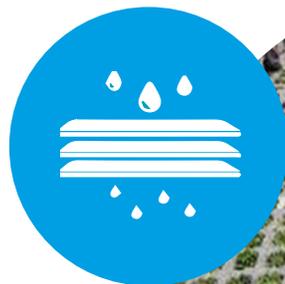
Descripción

Son estructuras multicapa que permiten el paso del agua a través de su superficie o entre sus rendijas. Se usan fundamentalmente para disminuir el volumen de escorrentía (hasta un 60%), almacenando durante un tiempo el agua pluvial en la sub-base, atenuando de esta forma las puntas del flujo de escorrentía superficial, e infiltrándola después al terreno, mejorando así su calidad y permitiendo su reutilización en la recarga de acuíferos; o puede ser transportada a otro lugar.

Sus beneficios principales son la disminución del riesgo de inundación y el aumento de los recursos hídricos.

Existen diversas tipologías de superficies permeables, entre ellas están: pavimentos continuos de cualquier tipo de mezcla porosa como hormigón poroso, tierra compactada aditivada y los de caucho; pavimentos disgregados o vegetales, tales como grava, cantos rodados, mulch y superficies vegetadas; y los pavimentos discontinuos, a través de las juntas entre baldosas o adoquines, o bien mediante celdas permeables.

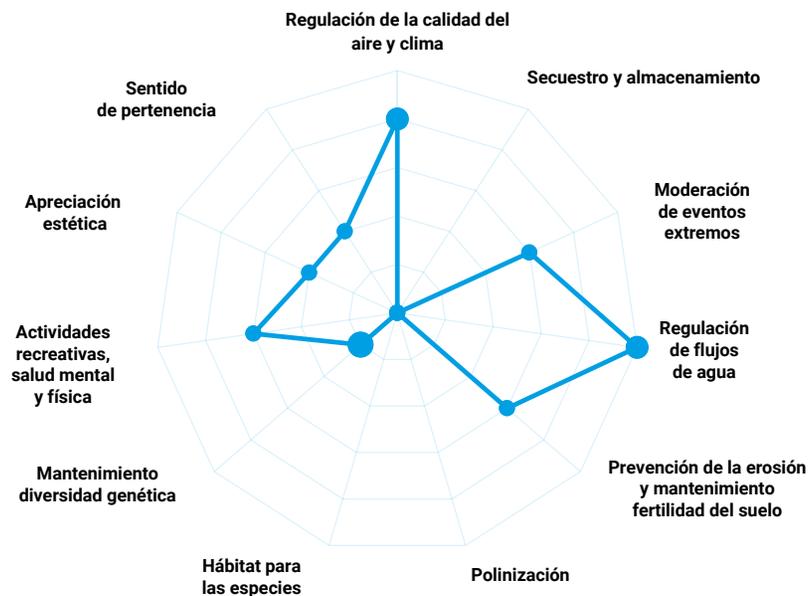
Las capas que componen el sistema deben tener una permeabilidad creciente desde la superficie hasta el suelo natural. No requieren de espacio adicional. Pueden usarse como espacios recreativos.



Periodo de resultados **2 años**

Foto 11. Centro comercial Antiguo Cuscatlán

Servicios ecosistémico



Requerimientos para la implementación

- Pavimento permeable seleccionado.
- Piedra de 4-8 mm si es camino, piedra 16-32 mm, si es para vehículos,
- Bloques de césped o arena, según el tipo de pavimento a utilizar y su uso proyectado.
- Geotextil, como filtro, separación o como refuerzo estructural (opcional).

Cobeneficios de la medida

- Ahorro energético de las edificaciones.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.

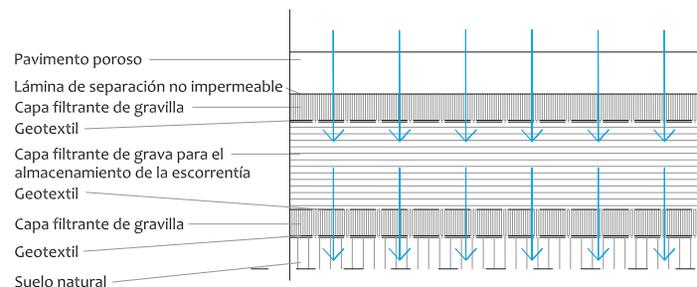
Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Son conocidos porque sus superficies absorben el agua de lluvia y así minimizan la escorrentía superficial.
Contribución según escala	El uso de estos constituye una tecnología sencilla y con gran proyección en la transformación urbana, que implementada a una mayor escala, puede contribuir a ayudar a un barrio a hacer frente a los periodos de lluvias extremas y sus efectos inmediatos, como son las inundaciones.

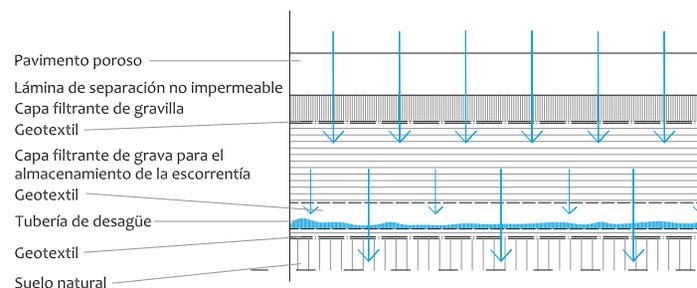
Estructura de los pavimentos

Fuente: Rodríguez, M.I. (2017)

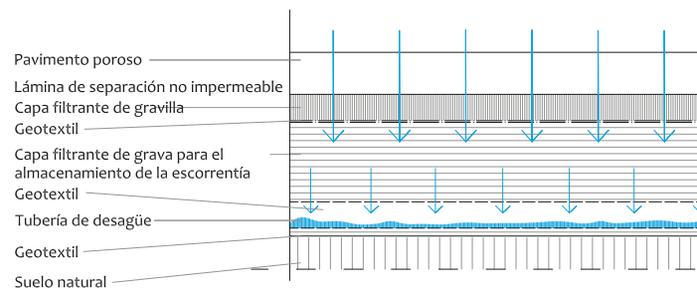
tipo a_ infiltración y depuración



tipo b_ infiltración parcial, depuración y transporte



tipo c_ depuración y transporte



Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos incluyen el diseño, estudios preliminares, labores de excavación, suministro e instalación del pavimento, suministro e instalación del geotextil para revestimiento, grava, arena y mano de obra.



Mantenimiento

Costos para la limpieza frecuente y así evitar la obstrucción de los poros; y reparaciones y sustitución de material eventualmente.

Condicionantes de implementación

- Se emplean en zonas con baja intensidad de tráfico (velocidades menores de 30 km/h), calles residenciales, zonas de aparcamiento; no estando recomendados en zonas industriales, gasolineras o lugares en los que se acumulan cantidades de metales pesados nada despreciables.
- Es necesario estudiar las dinámicas del agua antes de realizar la intervención, al igual que limpiar, nivelar y compactar el suelo.
- Este tipo de medida debe implementarse en suelos que tengan buen drenaje natural, evitando en todo momento suelos compactos, arcillosos y suelos de cenizas volcánicas (tierra blanca).
- Asimismo, debe evitarse su implementación en sitios próximos a quebradas o sitios con alta pendiente.

- Se recomienda su utilización en vías con pendientes comprendidas entre el 2% - 5% y que no recojan agua pluvial de superficies impermeables mayores de 4 hectáreas.
- Se incluye el mantenimiento (barrido frecuente y revisiones periódicas de las capas más profundas).

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área de captación.
- Área construida.
- Cantidad potencial de agua de lluvia infiltrada

Puede ser combinada con



Naturalización de espacios de uso comunitario.



Parques y bosques urbanos.



Jardín de lluvia.



Banda infiltrante de aparcamiento.



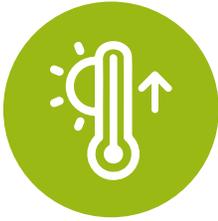
Jardines de vida silvestre.



Plazas verdes

Bibliografía de referencia

- CIIA (2017). Guía técnica de diseño y construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes. Colombia.
- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- Morello, E., Mahmoud, I., Colanino, N., (2019). Catalogue of Nature-based Solutions for urban regeneration, Energy and Urban Planning Workshop. School of Architecture urban Planning Construction Engineering. Politecnico di Milano.
- Rodríguez, M.I.; Cuevas, M.; Moreno, B.; Martínez, G.; Muñoz, A. (2017). Guía para la Integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el proyecto urbano. Universidad de Granada. http://sudsostenible.com/wp-content/uploads/2017/11/reseña_GUIA-SUDS.pdf
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- USEPA (2015). Green Infrastructure Opportunities that Arise during municipal operations. United States Environmental Protection Agency.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.
- https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-riesgo-inundacion-sistemas-urbano-drenaje-sostenible_tcm30-503726.pdf
- <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/porous-paving-materials/>
- <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pavimentos-permeables/>



AMENAZA CLIMÁTICA:

Extremos de calor

12.  
Paredes verdes

13.  
Techos verdes

14.  
Estaciones verdes

15.  
Huertos urbanos

16.  
Mobiliario verde urbano

17.  
Plazas verdes

12. Paredes verdes

Descripción

Son estructuras parcial o totalmente cubiertas con vegetación, creadas para el crecimiento de plantas de manera vertical, a través de una pared, armazón elaborada o una fachada de un edificio.

Al diseñar una pared verde, los principales elementos que se deben decidir son el tipo de vegetación, el medio de cultivo y la construcción de soporte. Dentro de las paredes verdes hay, muros verdes, fachadas verdes y jardines verticales. Estas pueden implementarse en paredes interiores o exteriores.

Las fachadas verdes directas a tierra (fig. 1) utilizan plantas enredaderas, que se adhieren directamente a la pared. Las plantas se acomodan en el suelo o son colocadas en jardineras. El muro verde también tiene esta característica.

Las fachadas verdes indirectas (fig. 2 y 3) usan una estructura de soporte instalada frente a la pared. Las posibles estructuras de soporte incluyen sistemas de cables para plantas de crecimiento más rápido con follaje denso; sistemas de cuerdas de alambre, que brindan más versatilidad en el uso; o paneles de enrejado modulares livianos y tridimensionales. La vegetación se puede plantar directamente en el suelo o en jardineras en la base de la pared.

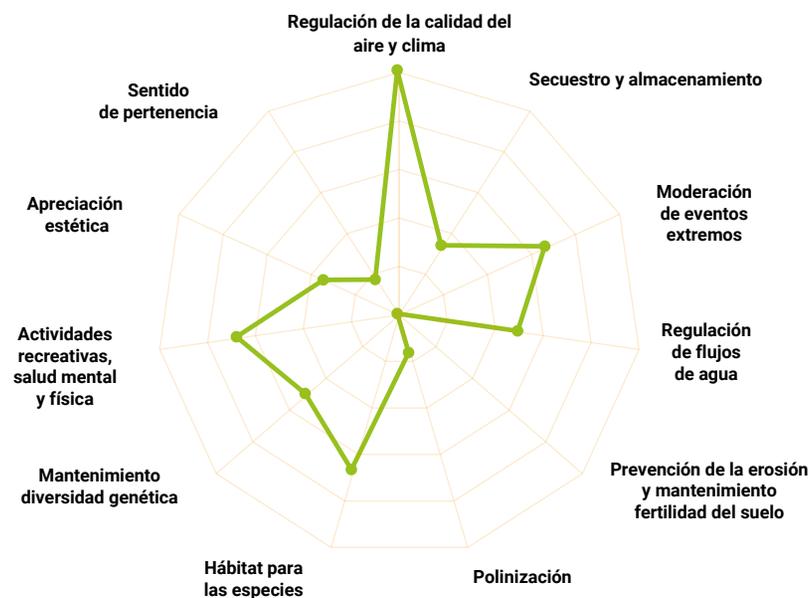
Los jardines verticales (fig. 4) usan plantas enredaderas que crecen en macetas o bolsillos de fieltro adheridos a la fachada o sustrato adherido a la pared. Debe incluir un sistema automatizado de riego por goteo y un sistema de suministro. Se utilizan sustratos especiales para reducir el peso de la fachada. Estos jardines verticales son apropiados para la instalación en interiores.



Periodo de resultados
1 año

Foto 12. Plaza futura San Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

- Iluminación y sol directo.
- Sistema de riego y de drenaje.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Estructura de soporte (metal, geotextil no tejido 100% poliéster u otro material adecuado, que resista humedad y temperatura y que no dañe la vegetación).
- Pared para utilizar impermeabilizada.
- Enredaderas varias, así como herbáceas, adventicias o epifitas.
- Sustrato (inerte o activo).

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Ahorro energético de las edificaciones.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.
- Fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

Diferentes tipos de paredes verdes

Fuente: Iwaszuk, E, et.al. (2019)



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Esta medida favorece el aislamiento térmico, regula la temperatura, filtra contaminantes, promueve el hábitat y aumenta la biodiversidad.
Contribución según escala	A nivel de barrio, contribuye a generar conectividad ecológica entre parques, aceras, arbolado urbano, balcones, jardines verticales, muros, cortinas y fachadas verdes y jardines verticales. Además en las áreas de mayor densidad urbana, esta medida es válida para contribuir a la mejora de la calidad del aire y la mitigación al efecto de isla de calor.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del del diseño, instalación de la infraestructura o depósitos (según el caso), vegetación, geotextil, sustrato y el sistema de riego y de drenaje, junto con la mano de obra para la instalación. .



Mantenimiento

Debe incluir el cuidado de la vegetación, riego constante y control de fertilización y plagas durante los primeros meses de la implementación, y luego revisiones periódicas.

Condicionantes de implementación

- Las paredes verdes pueden utilizar plantas nativas de la localidad o especies de los trópicos. Esto facilita la adaptación de las especies y motiva el acercamiento de la fauna.
- El diseño deja de lado las plantas exóticas, debido a que la flora nativa ha evolucionado por cientos de años en una relación simbiótica con la vida silvestre local (aves, insectos, reptiles, mamíferos, entre otros); de este modo, incluir una especie no originaria podría traer problemas a dichos seres vivos y su ecosistema.
- La selección de las plantas debe corresponder directamente a la cantidad de luz natural que recibirá, y esta depende de la orientación de la pared.
- El dispositivo de riego y drenaje es clave en la incorporación de esta medida, a fin de garantizar la sobrevivencia de las plantas y al mismo tiempo la protección de la edificación.

- Este tipo de medida debe garantizar que las plantas utilizadas no signifiquen un peso extra en la estructura, si esta ya se ha construido antes; de lo contrario puede planificarse la incorporación de estas en los diseños arquitectónicos y de ingeniería, valorando el peso que ejercerán las mismas.
- El costo de mantenimiento puede ser alto, por lo que es esencial una cuidadosa selección de las especies vegetales que las conforman.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área cubierta.
- Temperatura ambiente.
- Densidad de plantas.

Puede ser combinada con



Jardines de vida silvestre.



Techos verdes.



Estaciones verdes.



Huertos urbanos.

Bibliografía de referencia

- Fernández, I. (2019). 100 medidas para la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos. SEO/BirdLife. Madrid.
- GBC Chile (2021). Manual de Paisajismo Sustentable. Green Building Council Chile.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Iwaszuk, E; Rudik, G.; Duin, L.; Mederake, L.; Davis, M. y Naumann, S. (2019). Addressing climate change in cities. Catalogue of urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.

13. Techos Verdes

Descripción

Los techos verdes son espacios en la parte superior de los edificios, cubiertos de vegetación, plantados en un sustrato. Son una medida cada vez más popular para introducir más vegetación en áreas densamente construidas, sin sacrificar espacio adicional.

Los techos verdes aumentan la retención de agua de lluvia: pueden reducir la escorrentía del techo hasta en un 90%. Los beneficios adicionales incluyen: proporcionar un espacio abierto funcional, aislamiento acústico, aumentar la longevidad de los materiales de construcción del techo, proporcionar espacio para la producción de alimentos y un hábitat para la vida silvestre.

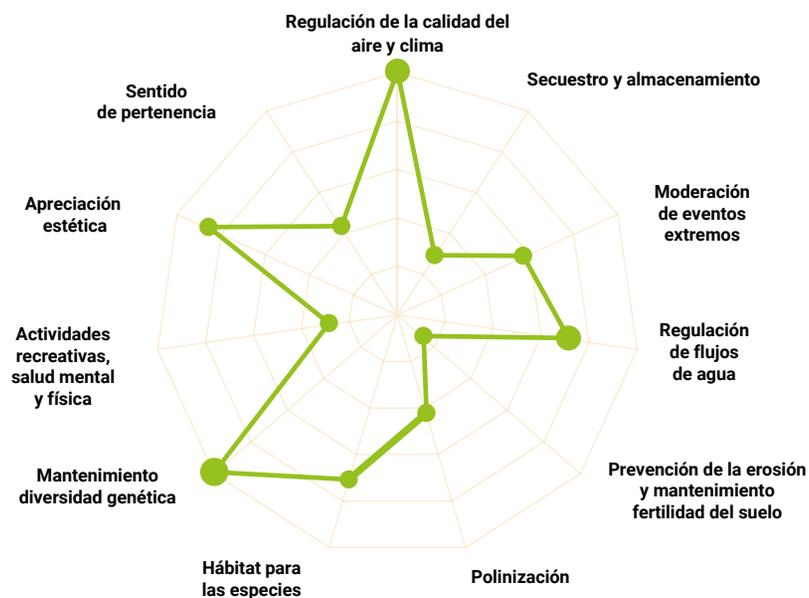
Se pueden distinguir dos categorías principales: techos verdes intensivos, que tienen una capa de sustrato más gruesa, una mayor variedad de vegetación y se establecen con mayor frecuencia en techos accesibles a los residentes o al público, para crear espacio para actividades como jardinería, relajación o socialización y requieren mucho mantenimiento; y los techos verdes extensivos, que consisten en una capa delgada de sustrato cubierta con vegetación de bajo mantenimiento, como musgo, sedum, flores silvestres o pastos; son más baratos de instalar que los techos intensivos y requieren un mantenimiento mínimo después de la instalación.

La forma de cultivar que se pueden desarrollar en dichos techos son a) completos: cada componente es instalado como parte integral del techo; b) modular: las bandejas de cultivos cultivadas exsitu son instaladas sobre el sistema y c) alfombra de vegetación precultivada, que contiene el sustrato, las plantas, esteras de drenaje y las barreras de raíces (ver figura).



Periodo de resultados
1 año
Foto 13. Oficina COAMSS-OPAMSS El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

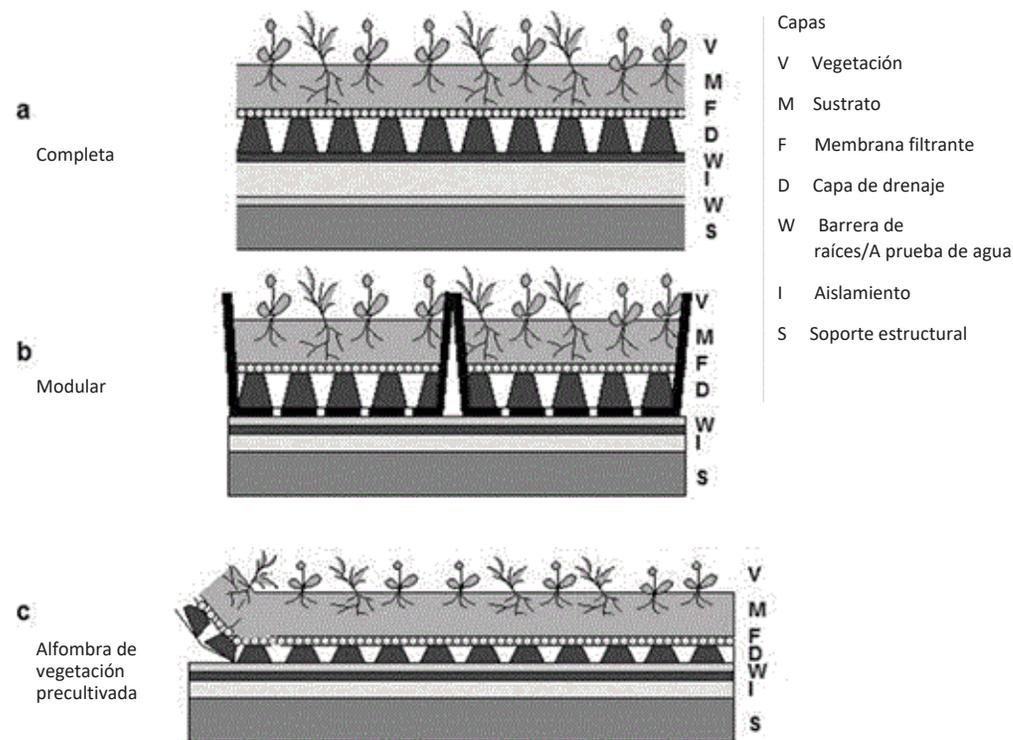
- Iluminación y sol directo.
- Impermeabilización del techo.
- Sustrato de material ligero (no más de 20% materia orgánica).
- Geotextil.
- Sistema de riego y de drenaje.
- Vegetación (arbustos, plantas, pastos y flores).

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Ahorro energético de las edificaciones.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.
- Fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

Formas de cultivos en techos verdes

Fuente: Oberndorfer, E., et al. (2007)



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Los techos verdes proporcionan refrigeración natural y oportunidad de creación de sistemas de alimentación locales.

Escala	Urbana a nivel de barrio
Contribución según escala	En zonas de alta densidad urbana, aumenta su eficiencia al reducir la temperatura ambiente, además de mejorar la biodiversidad creando hábitats y propiciando la conectividad ecológica en altura. Pueden reducir los costos de mantenimiento de la red de alcantarillado cuando se implementan en una escala más amplia como barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos de instalación dependen del tipo de techo (si es intensivo o extensivo) y la forma de cultivo (completo, modular y precultivada).



Mantenimiento

Debe incluir el cuidado de la vegetación, riego constante y control de fertilización y plagas durante los primeros meses de la implementación, y luego revisiones periódicas.

Puede ser combinada con



Jardines de vida silvestre.



Paredes verdes.



Estaciones verdes.



Huertos urbanos.

Condiciones de implementación

- La capacidad estructural de los techos existentes tiene que ser considerada para soportar el peso de un techo verde y el volumen adicional de agua. Este debe ser evaluado previamente, tomando en cuenta que según literatura para techos verdes extensivos debe ser de 20 kg/m² a 190 kg/m²; y para techos verdes intensivos de 190 kg/m² a 680 kg/m².
- Debe haber un acceso al techo tanto para la instalación como para la implementación y mantenimiento.
- La pendiente típica para los techos verdes intensivos es de 5° y para los extensivos es de 30°. Aunque este último caso puede alcanzar en ocasiones los 45°.
- Los techos verdes pueden ser instalados en muchas superficies de techos, excepto alguna madera tratada químicamente y metal galvanizado sin recubrimiento.
- Se requiere mantenimiento del sistema de riego, limpieza y remoción de residuos.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área cubierta en techo.
- Temperatura externa.
- Temperatura interna de la vivienda.
- Capacidad de retención de agua (l/m²).

Bibliografía de referencia

- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- GBC Chile (2021). Manual de Paisajismo Sustentable. Green Building Council Chile.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- Iwaszuk, E; Rudik, G.; Duin, L.; Mederake, L.; Davis, M. y Naumann, S. (2019). Addressing climate change in cities. Catalogue of urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- Oberndorfer, E.; Lundholm, J.; Bass, B.; Coffman, R.; Doshi, H.; Dunnett, N.; Gaffin, S.; Köhler, M.; Rowe, B. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10) (2007). <https://doi.org/10.1641/B571005>
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.
- <http://sudsostenible.com/cuales-son-los-requisitos-tecnicos-clave-del-diseno-de-una-cubierta-verde/>

14. Estaciones verdes

Descripción

Una estación verde para autobuses es una pieza del mobiliario urbano innovador que cumple varias funciones. Además de ser un refugio para los pasajeros que esperan la próxima conexión, puede retener el agua de lluvia y proporciona un espacio verde adicional para las personas, haciendo más agradable el tiempo de espera.

Esta agua de lluvia se retiene de varias maneras: cada estación de autobús se cubre con un techo verde a base de plantas que retendrá el agua. Dicho techo recoge hasta el 90% de las aguas pluviales que caen sobre su superficie. Durante los períodos secos, las plantas utilizan el agua y se evapora, dejando espacio para la próxima lluvia. El agua que no se usa en el techo, combinada con el exceso de aguas pluviales de la acera circundante, se dirige a una caja de retención-infiltración con vegetación, colocada en la parte posterior de la estación. La caja sostiene plantas trepadoras que crecen en el muro verde en la parte trasera de la estación. El exceso de agua de la caja se dirige luego a las áreas verdes o a los árboles cercanos.

Otro modelo es la plantación de árboles en los alrededores de las estaciones de autobús. Durante el día, estos brindan sombra a los usuarios y durante la tormenta, interceptan el agua de lluvia, sin afectar la seguridad de la vía pública.

Una estación verde de autobús ayuda a minimizar las inundaciones locales, la sobrecarga del sistema de alcantarillado de aguas pluviales y el efecto de isla de calor urbano.

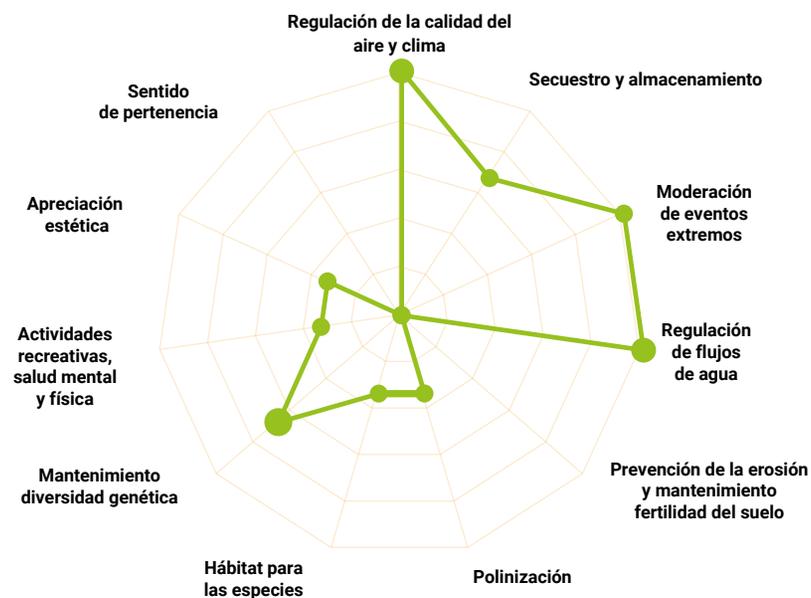
También apoya la biodiversidad local más que las estaciones de autobús tradicionales al proporcionar una conectividad ecológica para los insectos y pájaros.



Periodo de resultados
6 meses

Foto 14. Calle Chiltiupán, Santa Tecla

Servicios ecosistémicos

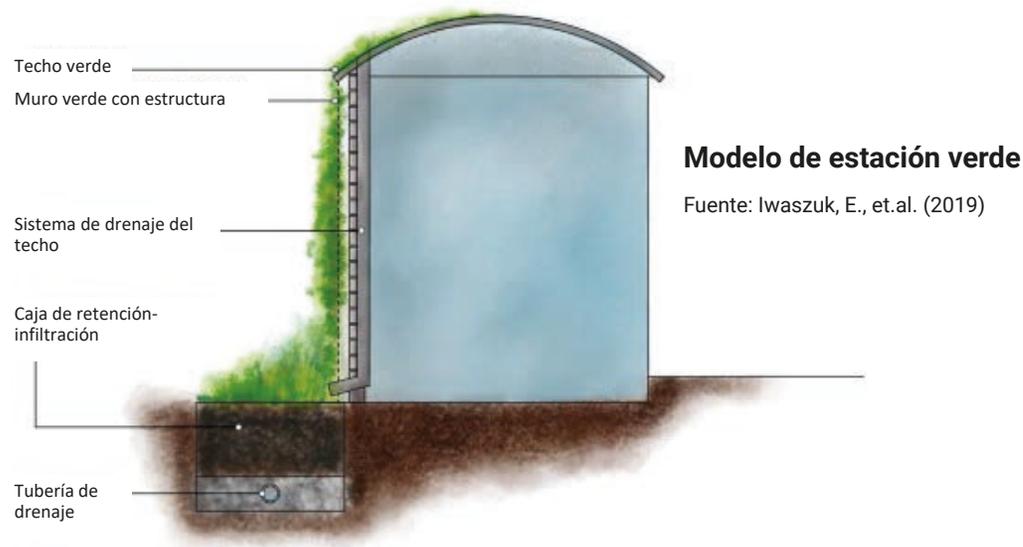


Requerimientos para la implementación

- Sistema de riego y drenaje.
- Vegetación (arbustos, plantas, pastos y flores). Dependiendo del modelo, también árboles.
- Sustrato.
- Diseño y acomodo de la vegetación.
- Materiales de construcción amigables con el ambiente.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Las estaciones verdes de autobús son infraestructuras de uso público cuya potencialidad para reducir la escorrentía superficial, mitigar los efectos de ola de calor y cumplir como centros de conectividad ecológica no han sido mayoritariamente explotadas.
Contribución según escala	Esta medida puede ser localizada en áreas altamente impermeabilizadas y densamente desarrolladas, para retener la escorrentía superficial y atenuar el impacto de la ola de calor, particularmente en la vía pública de un barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del diseño, la complejidad de las instalaciones y el material (sustrato, vegetación, sistema de riego y drenaje) y mano de obra a utilizar y la señalética.



Mantenimiento

Es requerido manejo de la vegetación al inicio y luego de forma reducida.

Condicionantes de implementación

- La infraestructura base de la estación cumple con un estándar establecido en las regulaciones, por lo que debe respetarse esas dimensiones.
- Este tipo de medida debe garantizar un drenaje efectivo del agua de riego o agua de lluvia contando con un sistema de recogida y recirculación, principalmente durante la época seca.
- Se deben utilizar plantas herbáceas de diferentes especies con floración frecuente y que sirvan de atracción para polinizadores.
- Se recomienda que en el mayor grado posible las especies sean de origen nativo, ya que se adaptan y responden mejor a las condiciones climáticas locales.
- Se requiere mantenimiento durante el inicio de la medida y en el periodo seco.
- Garantizar que la pendiente del pavimento de los alrededores de la estación es el adecuado y no habrá ningún problema de drenaje por el tipo de suelo presente.
- Sobre los costos de mantenimiento, estos pueden ser categorizados como instalaciones verdes y ser cubiertos por el presupuesto de la entidad responsable de estas infraestructuras.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área cubierta en techo.
- Temperatura en el lugar.
- Cantidad potencial de agua infiltrada.

Puede ser combinada con



Parques y bosques urbanos.



Techos verdes.



Jardín de lluvia.



Mobiliario verde urbano.



Jardín de vida silvestre.



Infraestructura lineal verde



Paredes verdes.

Bibliografía de referencia

- Iwaszuk, E.; Rudik, G.; Duin, L.; Mederake, L.; Davis, M. y Naumann, S. (2019). Addressing climate change in cities. Catalogue of urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.
- Morello, E., Mahmoud, I., Colanino, N., (2019). Catalogue of Nature-based Solutions for urban regeneration, Energy and Urban Planning Workshop. School of Architecture urban Planning Construction Engineering. Politecnico di Milano.
- Transport for NSW (2017). Integrating Green Infrastructure. State of New South Wales. Australia.

15. Huertos urbanos

Descripción

Los huertos urbanos son espacios al aire libre o de interior destinados al cultivo de verduras, hortalizas, frutas, legumbres, plantas aromáticas o hierbas medicinales, entre otras variedades; a escala doméstica.

Es decir, es un espacio de tamaño variable y cuya gestión se confía por un período de tiempo definido a ciudadanos comunes, generalmente unidos en asociaciones concretas.

En la adaptación al cambio climático contribuyen a la reducción del efecto de isla de calor en particular si se ubican en edificios, techos o espacios de uso comunitario. El sitio seleccionado debe ser un lugar donde la luz natural dure al menos unas cinco horas. Aunque si no se dispone de un espacio con tanta luz, se pueden plantar otras hierbas que no necesitan mucha iluminación.

Hay que adaptar la tierra con abonos naturales en el espacio habilitado para el cultivo. Lo ideal es plantar las especies de temporada.

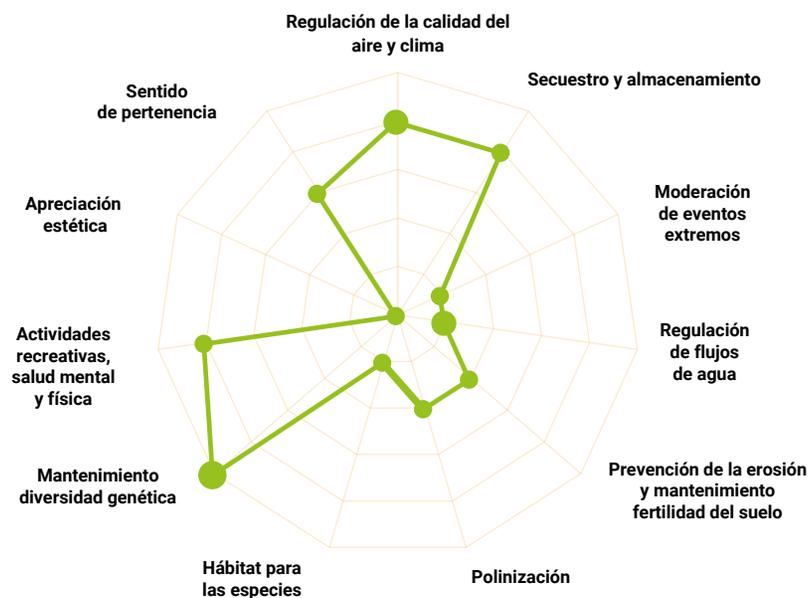
Se producen alimentos limpios, orgánicos y libres de químicos que sirven para el autoconsumo y no afectan a la salud, que fortalece el tejido social porque aporta a la seguridad alimentaria nutricional, sirven como refugios para la fauna, aumentando la biodiversidad urbana, los sumideros de CO₂, contribuyendo de alguna forma a mejorar la calidad del aire, disminuir los costos de gestión y mejorar la calidad ambiental de la comunidad.

Se convierten en espacios educativos de transmisión de conocimientos y prácticas agrícolas entre los miembros de la comunidad que lo implementa. Aunque se puede ubicar en cualquier lugar dentro de la ciudad, es frecuente encontrar huertos urbanos en áreas periféricas, que es donde hay más disponibilidad de espacios.



Periodo de resultados
1 año
Foto 15. Huerto urbano, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

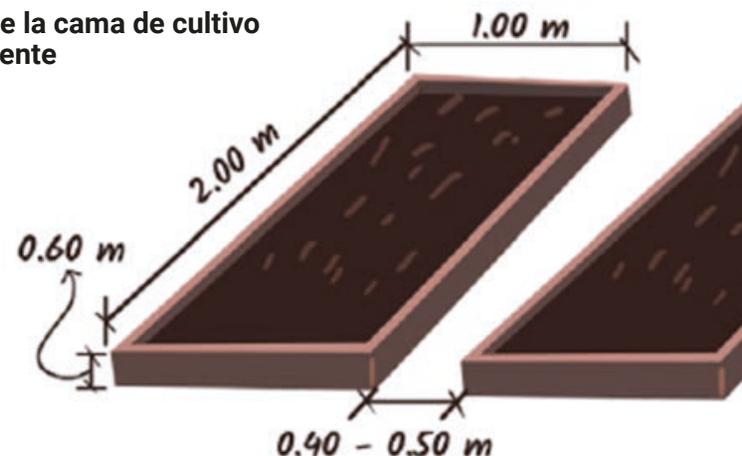
- Iluminación y sol.
- Sistema de riego eficiente.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Abonos y sustratos orgánicos.
- Espacio físico horizontal o vertical.
- Material para la realización de las camas de cultivo.
- Hierbas y semillas.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.
- Ahorros en el gasto familiar y/ comunitario.
- Fortalecimiento de la seguridad alimentaria.
- Reduce los residuos orgánicos al producir compost que es utilizado en el huerto.

Medidas ideales de la cama de cultivo en un huerto resiliente

Fuente: CityAdapt (2022)



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Los huertos son de utilidad para la población porque le proveen insumos para la dieta alimenticia y le brindan espacios recreacionales muy importantes para la salud mental y física.
Contribución según escala	Los huertos favorecen la participación ciudadana activa en la vida comunitaria, creando un sentimiento de pertenencia en los barrios.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos de implementación varían según el tamaño del área del huerto, e incluye la elaboración de las camas de cultivo, herramientas e insumos, el sistema de riego y la mano de obra.



Mantenimiento

Comprenden las actividades tradicionales de cultivo como siembra, fertilización, riego y cosecha; así como deshierbar de manera constante.

Condiciones de implementación

- Si es un huerto comunitario, revisar la titularidad del terreno donde se implementará.
- Disponibilidad de tierra con una calidad adecuada, tierra natural para uso agrícola.
- Inversión inicial para el acondicionamiento de los emplazamientos: nivelación del terreno y aportación de tierra.
- Limitaciones asociadas al ordenamiento urbanístico del municipio.
- Plan de contingencia para evitar posibles actos de vandalismo durante el transcurso de la implementación del huerto, mediante la restricción del acceso a este, a través de un vallado, por ejemplo. Este también sirve para la protección contra los animales que pueden dañar los cultivos.
- Aceptación social de la medida.
- Uso de semillas de polinización abierta (semillas nativas o criollas que se puedan producir y reproducir).

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área plantada.
- Densidad de plantas por unidad de superficie.
- Kilogramos de alimento obtenido.

Puede ser combinada con



Naturalización de espacios de uso comunitario.



Renaturalización de solares y espacios baldíos.



Parques y bosques urbanos.



Paredes verdes.



Techos verdes.

Bibliografía de referencia

- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.
- CityAdapt (2022). Protocolo de huertos resilientes.
- CityAdapt (2022). Manual de huertos resilientes.

16. Mobiliario verde urbano

Descripción

El mobiliario verde urbano hace referencia a los elementos decorativos que utilizan como principal insumo hierbas, flores y árboles; y es destinado al uso por parte de las personas. El diseño de este mobiliario debe hacerse con criterios de sostenibilidad y puede mejorar el potencial de eficiencia energética de edificios y barrios.

Ejemplo de mobiliario son las pérgolas, los pasillos o túneles verdes, los super árboles¹ y las cortinas verdes². Tienen la característica que ocupan material colgante y son objetos que brindan resguardo del sol y la lluvia, influyen positivamente en la imagen y el embellecimiento de la ciudad.

Su implementación es en patios o jardines de las viviendas, en calles internas de los barrios o hasta en parques públicos comunitarios o urbanos. De esta forma, estos objetos arquitectónicos se adaptan al espacio ya existente y ofrecen a la población sitios agradables de tránsito y permanencia. Son soluciones para atraer actividad, vida urbana y seguridad colectiva, ofreciéndole a los habitantes un nuevo espacio de reunión, socialización y contemplación de la naturaleza.

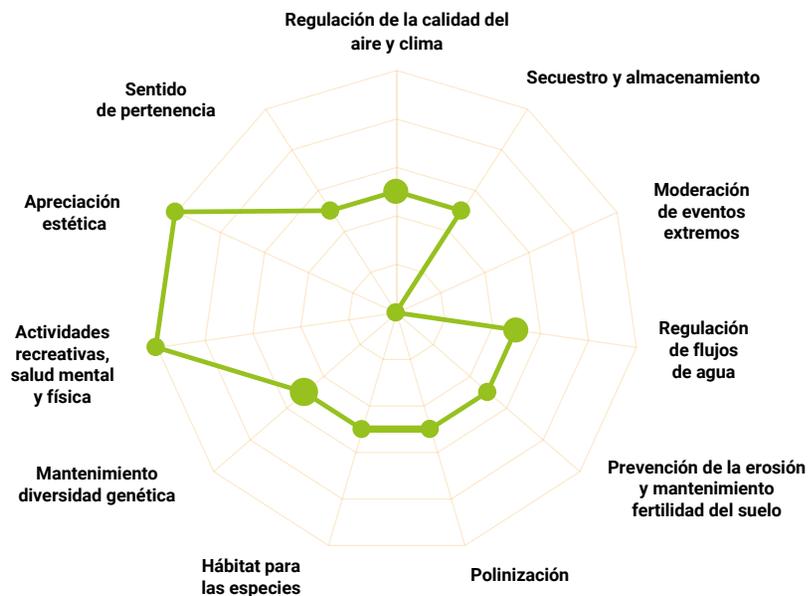
Se añaden los toldos verdes (fig.1) dentro de estas medidas), por su estructura colgante. Estos toldos usan plantas con poca necesidad de nutrientes y agua, son resistentes al clima local y están adaptadas para crecer en un sustrato inerte como el geotextil.

1. Jardines verticales singulares implementados sobre un armazón que parecen árboles.
2. Las plantas enredaderas son sembradas en el suelo y cubren un espacio entre un edificio y la red de alambrado instalada (a diferencia de las fachadas verdes que están sobre una pared).



Periodo de resultados
2 años
Foto 16. Pérgola en estación de buses, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

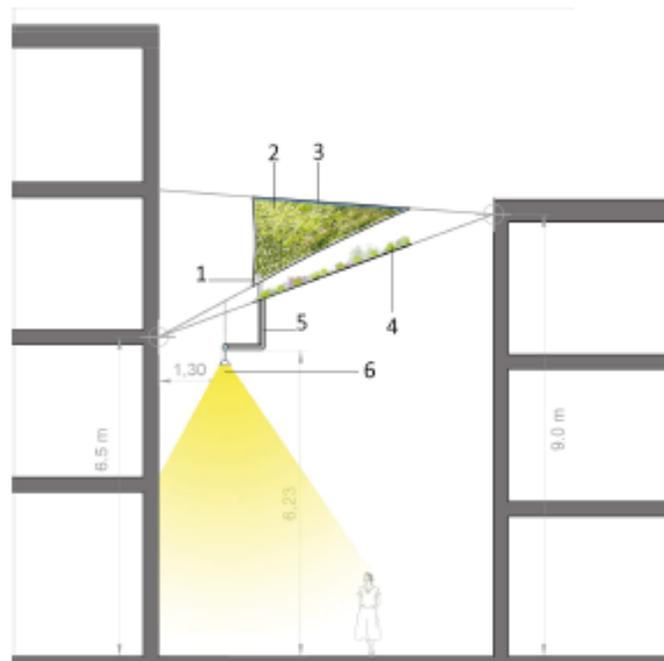
- Iluminación y sol.
- Sistema de riego.
- Plantas enredaderas y otras especies.
- Suelo preparado.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Estructuras de soporte (alambre u otro material) y/o geotextil dependiendo del mobiliario.

Cobeneficios de la medida

- Potencial generación de empleo verde.
- Reducción del consumo de energía.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Estructura de un toldo verde

Fuente: UrbanGreenUP (2018).



1. Una capa impermeable formada por una lámina de PVC.
2. Sustrato hidropónico.
3. Sistema de irrigación localizado en la parte de arriba de la lámina de PVC.
4. Vegetación sembrada en semillas.
5. Sistema de recolección de agua.
6. Alumbrado público.

Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Este mobiliario pretende sensibilizar a la población en materia de adaptación al cambio climático y de urbanismo, mejorar la estética y crear espacios públicos agradables, con la correspondiente mejora al microclima.
Contribución según escala	Con esta medida llevada a una escala más amplia, permite rediseñar la imagen del barrio.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos de implementación varían según el diseño, tamaño y materiales seleccionados. Tomar en cuenta el sistema de riego para la vegetación.



Mantenimiento

Estas estructuras requieren fertilización y control de plagas, poda de mantenimiento y limpieza frecuente.

Condicionantes de implementación

- Si se colocan en espacios públicos, se deben desarrollar los trámites correspondientes con la autoridad competente.
- Una selección adecuada de vegetación, como son las especies de hoja perenne para favorecer el sombreado, puede ser una opción muy eficiente y de bajo costo, que combinada con otros elementos del mobiliario urbano pueden dar lugar a espacios públicos adaptados y confortables.
- Debe monitorearse la implementación debido a que existe el riesgo de que las plantas enredaderas no se adapten de la mejor forma a la estructura y el clima local.
- Tiene costos de mantenimiento, principalmente la limpieza y cuidado de las especies vegetales y control de plagas, etc.
- Se recomienda ubicar estos mobiliarios en un lugar de paso para que las personas lo atraviesen.
- Es indispensable conocer el clima general de la zona, piso altitudinal y zonas de vida del sitio donde se colocará la estructura. Asimismo, es importante verificar la dirección en la cual sale y baja el sol, y cuál es la dirección del viento.

- Se debe calcular el peso estimado del jardín colgante en su estado maduro y diseñar la estructura acorde.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetada.
- Temperatura ambiente.

Puede ser combinada con



Naturalización de espacios de uso comunitario.



Parques y bosques urbanos.



Estaciones verdes.

Bibliografía de referencia

- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- https://adaptation-platform.nies.go.jp/en/private_sector/database/opportunities/report_035.html

17. Plazas verdes

Descripción

Las plazas son espacios públicos de la ciudad que cuentan con libre acceso para todas las personas que quieran hacer uso de ellas. Suelen estar sometidos a procesos de remodelación y activación mediante mejoras al mobiliario, infraestructura y diseño del paisaje.

Bajo un enfoque de adaptación al cambio climático y de urbanismo sostenible, se pretende la renaturalización de estos espacios, más allá de una visión paisajista, a través de la sustitución de superficies selladas por pavimentos permeables, o la introducción de vegetación y arbolado nativo y la inclusión de elementos de agua, que contribuyan a la mejora de la escorrentía superficial y a la mitigación de la isla de calor, al mismo tiempo que se convierten en espacios adaptados para el uso y disfrute de la ciudadanía.

Asimismo, aumentar las zonas verdes de descanso, utilizando equipos y mobiliarios ligeros que brinden confort, tales como alcorques (fig.1) y jardineras de biorretención (fig. 2) y; que a la vez tengan la funcionalidad de retención de agua y brindar frescura, así como los denominados parklets o parques de bolsillo³ (fig.3) que además de vegetación brindan espacios para sentarse.

Generalmente estas plazas son espacios duros que cumplen con la función de utilizarse para punto de encuentro comunitario por lo que además se debe pensar en opciones móviles tales como los árboles de ciudad o jardín vertical móvil⁴ (fig.4) que puede colocarse en cualquier sitio.

3. Son pequeños nichos verdes con soportes que son colocados dentro del espacio público como una extensión de la acera.

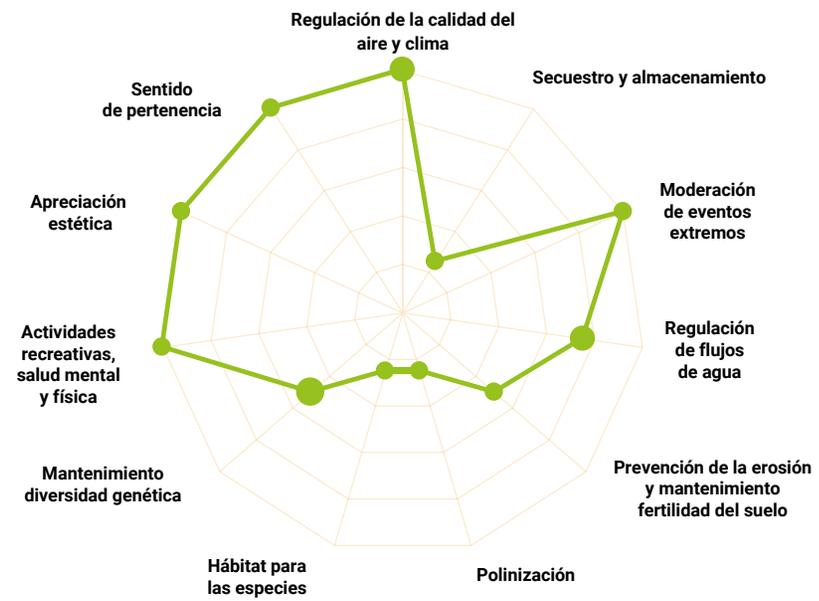
4. Estructuras como mupis publicitarios vegetados.



Periodo de resultados
5 años

Foto 17. Plaza Libertad. San Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

- Diseño del proceso de remodelación de la plaza.
- Diversificar el tipo de plantas a sembrar capaces de soportar las condiciones climatológicas del lugar y adecuadas a las condiciones de luz solar disponibles.
- Contar con capacidad de riego permanente.
- Condiciones óptimas del suelo.

Cobeneficios de la medida

- Potencial generación de empleo verde.
- Reducción del consumo de energía.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Figura 1. Alcorque

Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2018)



- 1.- Rejilla para proteger el árbol.
- 2.- Acera.
- 3.- Suelo estructural.
- 4.- Desarrollo de raíces del árbol.
- 5.- Tubería ranurada de drenaje.

Figura 2. Jardinera de biorretención

Fuente: COAMSS- OPAMSS (2019)



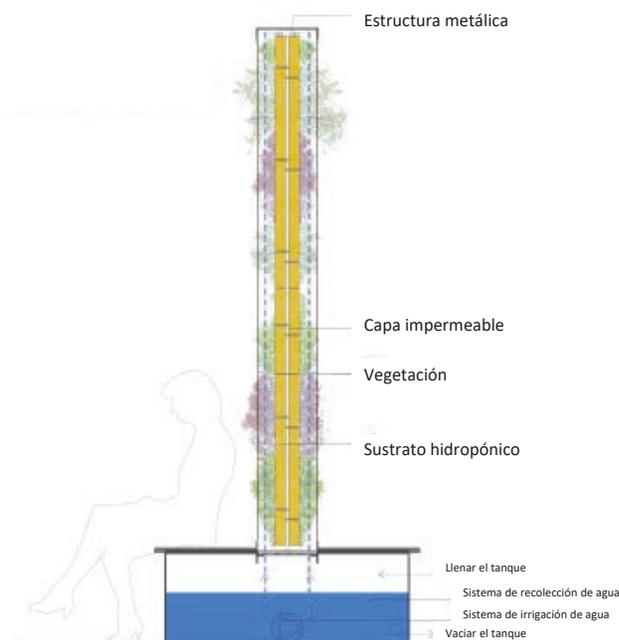
Figura 3. Tamaño de un parklet

Fuente: UrbanGreenUP (2018).



Figura 4. Sección de un jardín vertical móvil.

Fuente: UrbanGreenUP (2018).



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Una plaza verde brinda hábitat a las especies, facilita la reducción de escorrentía superficial, amortigua el impacto de las islas de calor y satisface las necesidades sociales de la población local.
Contribución según escala	Los núcleos urbanos con más espacio verde mejoran su cohesión social, aumentan la biodiversidad y la actividad cívica y consolidan el sentimiento de comunidad. Además, solo como una estrategia a aplicar a una mayor escala, se alcanzan los resultados de disminuir los impactos de los eventos extremos como las lluvias intensas y las islas de calor.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos dependen del diseño, preparación del sitio, y los equipos y mobiliarios seleccionados a implementar.



Mantenimiento

Debe incluirse el cuidado de los equipos y mobiliarios instalados y el cuidado de la vegetación de manera frecuente.

Condicionantes de implementación

- Por ser un espacio público son requeridos los permisos correspondientes de la autoridad competente.
- Existencia de restricciones asociadas a la protección del patrimonio urbano y al uso comunitario de los espacios en el lugar.
- Se requiere un estudio de observación tanto en época seca y lluviosa para destacar las actividades que realizan las personas en la plaza.
- La permeabilidad y las posibilidades de drenaje condicionen la intervención (por ejemplo, la existencia de infraestructura subterránea tales como aparcamientos y cableado).
- Especial cuidado con las especies adaptadas.
- Para la inclusión de elementos de agua, se requiere la selección de lugares en los que sea posible la acometida de agua.
- Es requerido un plan de mantenimiento

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área intervenida.
- Densidad de vegetación por unidad de superficie.
- Temperatura ambiente.
- Porcentaje de sombra.
- Área de captación.
- Cantidad potencial de agua infiltrada

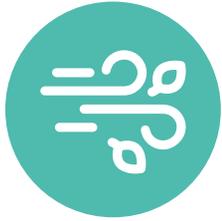
Puede ser combinada con



Pavimentos permeables

Bibliografía de referencia

- Ayuntamiento de Madrid (2018). Guía Básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios públicos.
- COAMSS-OPAMSS (2019). Guía técnica para el diseño de SUDS en el AMSS.
- Ihobe (2017). Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia- San Sebastián. Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- Juvillá Ballester, E. Renaturalización de la ciudad. Serie Urbanismo y Vivienda. Colección Estudios (Octubre 2019).
- MINAE-SINAC-GIZ (2021) Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.



AMENAZA CLIMÁTICA:

Vientos fuertes

18.



Cercas verdes

19.



Infraestructura lineal verde

20.



Cortinas rompeviento

18. Cercas verdes

Descripción

Son infraestructuras vegetales construidas para proveer una barrera visual, servir de filtro contra la contaminación (entre las vías de alto tráfico o las operaciones industriales y el espacio público), así como también servir de protección contra los vientos fuertes.

Las cercas verdes se elaboran colocando una hilera continua de arbustos o setos. Pueden ser formales (fig.1), donde todas las plantas forman una continuidad, o informales (fig.2), en los que los arbustos mantienen su forma natural o libre. Estas especies pueden ser plantadas directamente en el suelo o dentro de contenedores, y pueden ser combinadas con una barrera sólida, construida para reducir además el impacto del ruido. En los lugares donde la vegetación es plantada, sus raíces contribuyen a absorber el agua de lluvia, reduciendo la demanda de los sistemas de drenaje durante los periodos de lluvia intensa.

Entre los múltiples beneficios que tienen está la apariencia visual, que puede servir además para limitar la propiedad respecto al espacio común; y el potencial reuso del agua de lluvia que economiza los costos de mantenimiento de esta estructura.

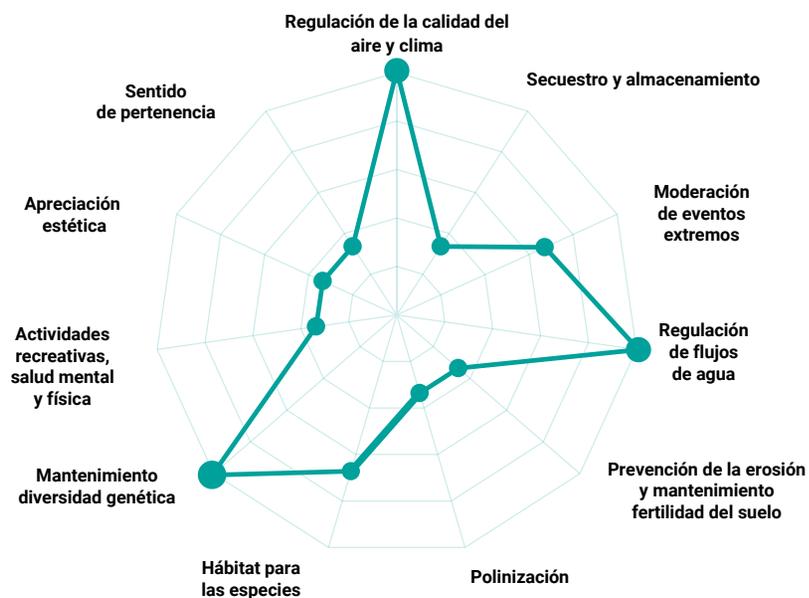
Las cercas conformadas por arbustos tienen la capacidad de reducir las concentraciones contaminantes del aire y de contaminación sonora, mejorando así las condiciones ambientales que impactan en la salud pública de la población; y son útiles para amortiguar el impacto de los vientos fuertes, evitando daños en infraestructura.

Estas cercas pueden ser implementadas en áreas de alta densidad urbana, incrementando el hábitat de la fauna y proveyendo una conectividad ecológica entre estas áreas y las zonas verdes urbanas.



Periodo de resultados
5 años
Foto 18 Cerca verde, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

- Iluminación y sol.
- Almacenamiento y recuperación de agua de riego.
- Sistema de riego.
- Plantas arbustivas de hoja perenne.
- Diseño y acomodo de vegetación.

Cobeneficios de la medida

- Promoción de la educación ambiental.
- Ahorro energético de las edificaciones.
- Reducción de ruido.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Figura 1. Seto formal recortado de arbustivas

Fuente: Ihobe (2017)



Figura 2. Seto libre con arbustivas

Fuente: Ihobe (2017)



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Las cercas verdes contribuyen a amortiguar el efecto de isla de calor y ante vientos fuertes, reducen el impacto en la infraestructura.
Contribución según escala	Estas cercas verdes pueden ser efectivas para reducir el impacto de los vientos fuertes en un barrio y además sirven de filtro ante la contaminación atmosférica mejorando la calidad de vida de una comunidad.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Estimar el costo de la mano de obra y el establecimiento de la vegetación y suministros de fertilizantes y riego



Mantenimiento

Los costos incluyen poda de mantenimiento y cuidado de la vegetación, limpieza y riego frecuente.

Condiciones de implementación

- Se debe estudiar el diseño de la cerca (tipo, forma, texturas y colores), las dimensiones (altura y anchura), el emplazamiento (vistas a ocultar, perspectivas y ángulos) y la densidad del cerco (opacidad visual).
- La elección de la vegetación debe tener en cuenta la tolerancia al estrés y la selección de especies no caducas para proporcionar una barrera durante todo el año.
- Se debe conocer las características de las especies más allá de su valor estético, por ejemplo, la altura que alcanzan y las necesidades de riego y sol.
- También es necesario tener en cuenta la porosidad (para permitir la penetración en lugar de la desviación del flujo del aire) para la captura efectiva de partículas y la protección contra los vientos fuertes.
- A la hora de ejecutar la poda de estos arbustos, se debe tener en cuenta el momento y el modo adecuado para su realización, que varía en función de la especie.
- Estas cercas verdes necesitan más espacio que las barreras no vegetativas.
- Es requerido un abastecimiento de agua para el sistema de riego.
- Son inversiones a mediano plazo.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área vegetal.
- Densidad de plantas por unidad de longitud.
- Velocidad del viento afuera y adentro de la propiedad.

Puede ser combinada con



Naturalización
de aceras.



Cortinas
rompevientos.

Bibliografía de referencia

- Ihobe (2017). Manual para el diseño de jardines y zonas verdes sostenibles. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco.
- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- UnaLab (2019). Nature based Solutions – Technical Handbook. Part II.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.

19. Infraestructura lineal verde

Descripción

La infraestructura lineal verde, también conocida como corredor verde, son una parte esencial del paisaje ecológico urbano. Estas líneas de árboles, plantas o vegetación, puede ser encontrada en diferentes escalas y típicamente conectan espacios verdes en una ciudad y crean una red de infraestructura urbana verde. Los corredores verdes complementan los espacios verdes en una ciudad, protegen hábitats naturales y contienen las más valiosas especies urbanas de fauna.

Los árboles brindan sombra a los alrededores. Como resultado, la superficie sombreada es más fresca que las superficies sin protección/cobertura de árboles. El efecto de sombra está determinado por las características de los árboles (densidad del árbol, densidad de copa y estación). Otros efectos son reducción de la velocidad del viento, transpiración/ refrigeración y purificación del aire.

El arbolado urbano tiene la capacidad de interceptar el agua de lluvia y así reducir la escorrentía superficial, comparada con otras superficies impermeables. La multifuncionalidad de estos corredores verdes los convierte en un elemento importante de la infraestructura urbana verde. El uso de avenidas verdes requiere una atención especial. Avenidas arboladas en las que las copas de los árboles se funden sobre la calle, inhiben la mezcla del aire contaminado con el aire más limpio sobre la ciudad. Esto provoca un efecto negativo en la calidad del aire (ver figura).

Una regla general que se usa con frecuencia es que las copas de los árboles no deben fusionarse cuando están completamente desarrolladas y que no deben tener un voladizo que cubra más de un tercio de la calle. Los árboles generalmente se colocan a 15 metros de distancia y preferiblemente no alineados directamente con el camino.



Periodo de resultados
5 años
Foto 19. Infraestructura lineal verde, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

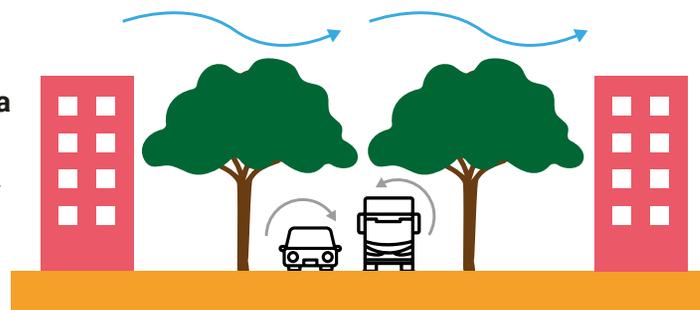
- Iluminación y sol.
- Almacenamiento y recuperación de agua de riego.
- Especies vegetales nativas de regular tamaño listas para ser trasplantadas.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Preparación del suelo y abono.

Cobeneficios de la medida

- Ahorro energético de las edificaciones.
- Incremento del valor de las propiedades.
- Reducción de ruido.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad del espacio urbano, integrando espacios diversos.

Efecto negativo por la cercanía de los árboles en la calle

Fuente: <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/tree-lined-avenues/>



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	La infraestructura lineal verde mejora la calidad del aire, mitiga el efecto de ola de calor, actúa de barrera acústica, favorece la conectividad ecológica, reduce la escorrentía superficial y sirve de protección contra vientos fuertes.
Contribución según escala	Intervenciones locales para el desarrollo de calles verdes, avenidas verdes y jardines verdes, permiten la creación de microcorredores y conectividad ecológica a nivel de barrio, con el consiguiente soporte a los servicios ecosistémicos.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos varían según la preparación del sitio (limpieza, ahoyado, plantación, remoción de hierbas y establecimiento de suelo preparado), el número de árboles, y el sistema de riego inicialmente.



Mantenimiento

Comprende un control de fertilizantes y de plagas y la poda de mantenimiento continua.

Condiciones de implementación

- Debe existir un volumen adecuado de suelo no compactado y permeable para acomodar el crecimiento radicular del árbol. El espacio para la raíz debería ser idealmente 12 m³ con un mínimo de 1.5 metros de profundidad, aunque esto no es siempre alcanzable en un contexto urbano.
- Adecuada selección de especies, adaptadas al clima, capaces de aguantar las condiciones urbanas y con un tamaño compatible con el espacio disponible.
- El marco de plantación del arbolado deberá ser el necesario para proporcionar una adecuada cobertura foliar del espacio.
- Los árboles en un corredor verde interfieren con el nivel de la calle y las instalaciones subterráneas. En áreas con líneas eléctricas aéreas, los árboles deberían ser seleccionados para mantener una aceptable distancia entre la parte superior de los árboles y los cables.
- Cada intervención debe ser diseñada para alcanzar los resultados requeridos por el propietario, estar apropiada al contexto (el árbol correcto en el sitio correcto) para lograr los múltiples beneficios.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área arborizada.
- Densidad de plantas por unidad de longitud.
- Temperatura del sitio.
- Velocidad del viento.

Puede ser combinada con

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
|  | Naturalización de aceras. |  | Estanque de retención. |
|  | Naturalización de espacios de uso comunitario. |  | Estanque de detención. |
|  | Renaturalización de solares y espacios baldíos. |  | Jardines de vida silvestre. |
|  | Banda infiltrante de aparcamiento. |  | Estaciones verdes. |

Bibliografía de referencia

- IndNatur (2020). Catálogo de fichas técnicas de Soluciones basadas en la Naturaleza. Unión Europea Programa INTERREG POCTEP.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- UK GBC (2022). The value of urban nature-based solutions. UK Green Building Council, London, UK.
- World Bank (2021). A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group.
- <http://sudsostenible.com/elementos-de-una-calle-verde-el-arbolado/>
- <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/tree-lined-avenues/>

20. Cortinas rompeviento

Descripción

Las cortinas rompeviento son hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento. Se conocen también como barreras rompevientos, setos vivos o fajas de albergue, por refugiar a cierto tipo de fauna.

Es una práctica para el control de la erosión eólica. Se usa en áreas agrícolas, pastizales y áreas desprovistas de vegetación. En zonas periurbanas están asociadas frecuentemente con áreas industriales, que sirven para enmascarar la infraestructura industrial por cuestiones de estética visual y/o cumpliendo funciones de mitigación de ruidos o de olores.

Las consideraciones al planear el establecimiento de cortinas, son los efectos de las cortinas sobre: los caminos adyacentes, los edificios, los gastos indirectos y las bajas utilidades, y sobre el sistema de drenaje. Estas se orientan generalmente de N-S o de E-W, aunque a veces su diseño circular o cuadrado puede ser más efectivo.

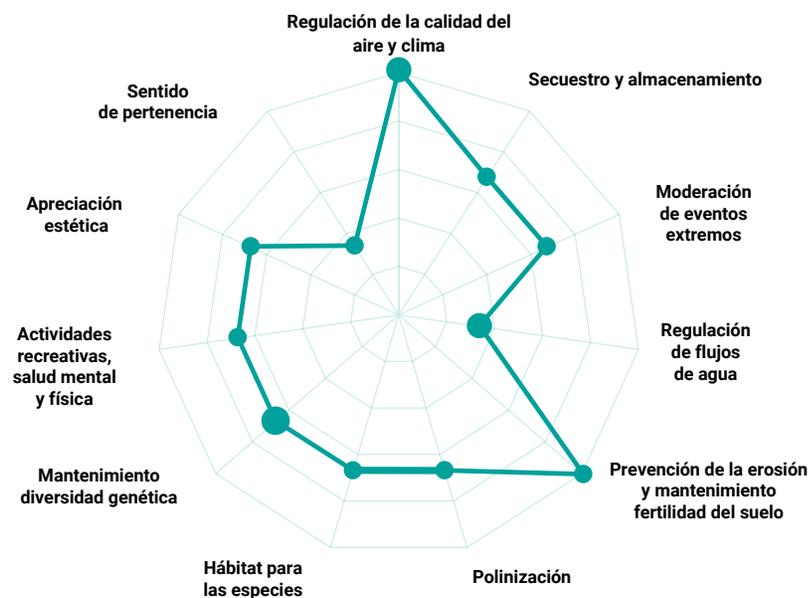
Como regla general, se estima que el efecto de protección de una cortina rompevientos se extiende en la dirección del sotavento de unas 8 a 10 veces la altura de la cortina. Debe procurarse la formación de 4 a 10 hileras, utilizando árboles y arbustos con una distribución que permita una forma trapezoidal. Las cercas vivas son otra forma de cortinas rompevientos, aunque generalmente son de una hilera de árboles maderables o frutales. La ventaja de utilizar este tipo de árboles es que provee adicionalmente productos que pueden ser aprovechados.

Entre las características deseables de los árboles para estas cortinas están: tener una copa con follaje abundante y cerrado; poseer ramas y hojas resistentes a los vientos; tener sistema de raíces fuerte y profundo; ser de crecimiento rápido y tener una vida larga.



Periodo de resultados
6 años
Foto 20. Cortina rompeviento, El Salvador

Servicios ecosistémicos



Requerimientos para la implementación

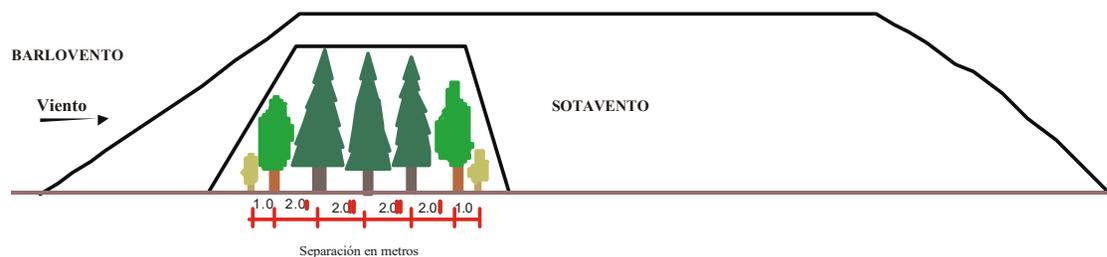
- Iluminación (sol directo).
- Sistema de riego.
- Especies nativas con mucho follaje.
- Diseño y acomodo de vegetación.
- Suelos profundos bien drenados.

Cobeneficios de la medida

- Incremento del valor de las propiedades.
- Reducción de ruido.
- Potencial generación de empleo verde.
- Mejora de la conectividad integrando espacios diversos.
- Entornos seguros para la población.

Formación correcta y zona de protección de una cortina rompevientos

Fuente: Salmerón, 1966 citado en <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>



Escala de implementación

Escala	Urbana a nivel de barrio
Justificación	Las cortinas rompevientos disminuyen el efecto perjudicial del viento. También ayudan a regular el microclima.
Contribución según escala	En una escala mayor, estas cortinas ayudan a proveer hábitat y recursos para la biodiversidad (incluyendo dispersores de semillas, polinizadores y enemigos naturales de las plagas) y brindan conectividad entre paisaje.

Consideraciones de costos



Construcción e implementación

Los costos varían según el análisis de dirección y magnitud de los vientos, la preparación del sitio (limpieza, ahoyado, plantación, remoción de hierbas y establecimiento de suelo preparado), el número de árboles, cantidad de hileras, fertilización de arranque y el sistema de riego inicialmente.



Mantenimiento

Comprende un control de plagas y maleza continuo y la reposición de plantas muertas y débiles que sean necesarias para lograr el establecimiento de la cortina.

Condiciones de implementación

- Se deben seleccionar especies adaptadas a la zona, de acuerdo con las características de suelo, clima, altura deseada, ancho de la corona, crecimiento.
- Use una sola especie por hilera.
- Las cortinas no deben ubicarse donde los árboles maduros puedan interferir con líneas de transmisión o con tuberías de uso general.
- Los árboles de las cortinas deben establecerse a 6 m de las líneas de transmisión o de tuberías de manera que no entren en contacto las ramas o raíces de los árboles.
- Se debe dejar un pasillo de 6 m entre las cortinas y líneas eléctricas, para poder proporcionar mantenimiento a las cortinas.
- Las cortinas serán ubicadas respetando los derechos de la vía y se podrán establecer en intersecciones cuidando siempre que estas no bloqueen la visión clara del tráfico.

Indicadores de seguimiento e impacto

- Área arborizada.
- Densidad de plantas por unidad de área.
- Velocidad del viento.

Puede ser combinada con



Cercas verdes.

Bibliografía de referencia

- Arsenio, E.; Calzadilla, M.; Jiménez, M. y Rodríguez, Y. (2014). Establecimiento de cortinas rompevientos en el escenario agrario cubano. Instituto de Investigaciones Agroforestales. La Habana. Cuba.
- Martínez, R.; Viguera, B.; Donatti, C.; Harvey, C. y Alpizar, C. (2017). Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas basadas en Ecosistemas (AbE). Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE).
- Sharry, S.; Stevani, R. y Galarco, S. (2022). Sistemas agroforestales en Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
- UrbanGreenUP (2018). NBS catalogue. European Commission.
- Weninger, T.; Scheper, S.; Lackóová, L.; Kitzler, B.; Gartner, K.; King, N.; Cornelis, W.; Strauss, P. y Michel, K. Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes – a systematic review. Environ. Res. Lett. 16 (2021). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1d0d>
- <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>
- <https://www.fs.usda.gov/nac/practices/windbreaks.php>



PARA MÁS INFORMACIÓN VISITA LA WEB: WWW.CITYADAPT.COM

City  Adapt

RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA

LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Con el apoyo de:



Financiado por
la Unión Europea

ONU 
programa para el
medio ambiente