

PRE-ANÁLISIS DEL USO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (NBS) EN TERRASSA



Càtedra UNESCO de Sostenibilitat - UPC

Dr. Jordi Morató
Mariana Laterrade

ÍNDICE

**IMPACTO DEL CAMBIO
CLIMÁTICO**

1

**SOLUCIONES BASADAS EN
LA NATURALEZA (SBN)
PARA LA ADAPTACIÓN
CLIMÁTICA URBANA**

2

**OBJETIVOS DEL
TRABAJO**

3

METODOLOGÍA

4

5

**MARCO LEGAL PARA EL
FOMENTO DE LAS SBN**

6

**EL CASO DE TERRASSA
BALANCE HÍDRICO**

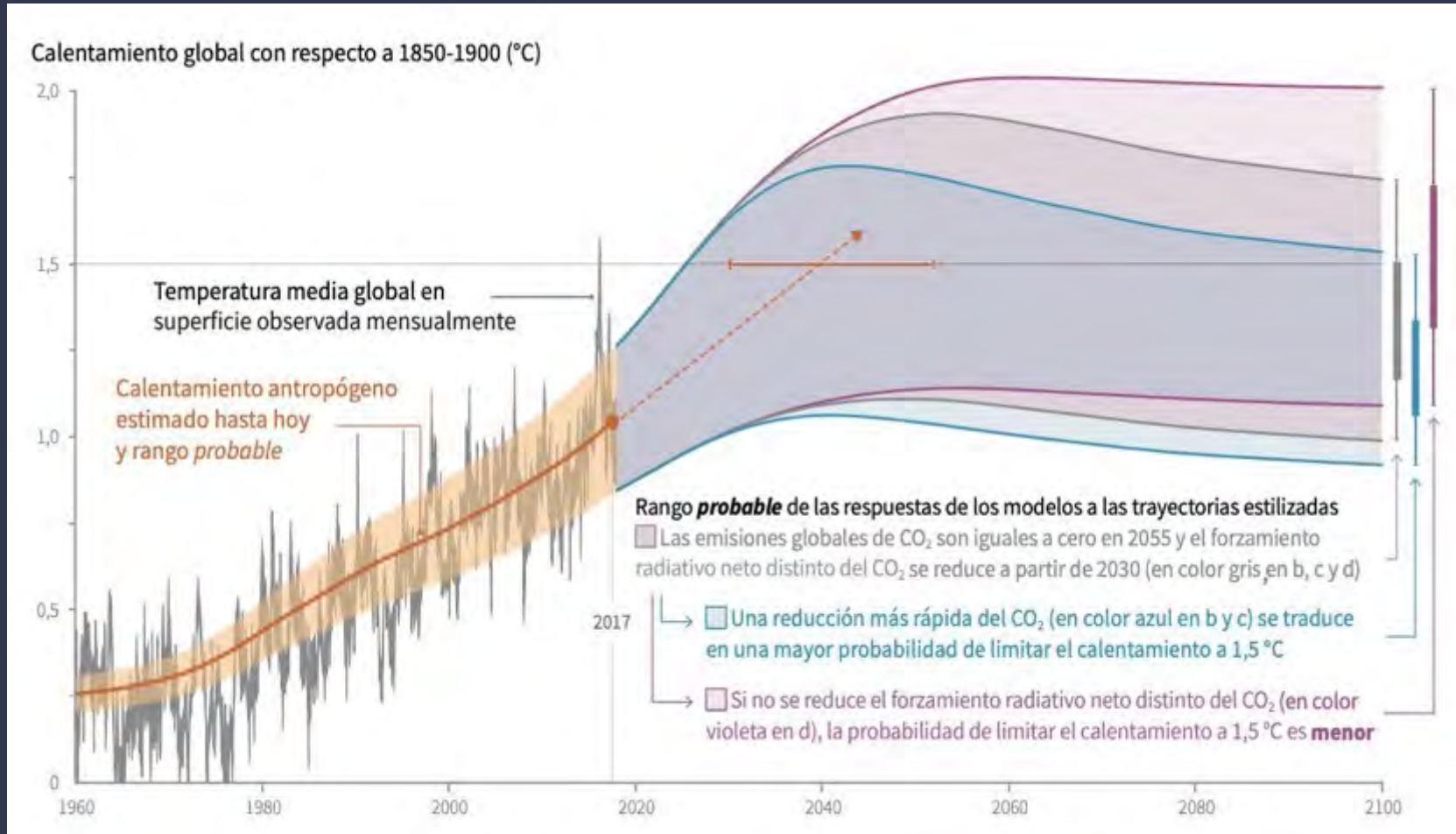
7

**PRE-PROPUESTA PARA EL
USO DE SBN EN TERRASSA**

#1 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO



La temperatura media global ya aumentó entre **0,8 °C a 1,2 °C**.



El calentamiento global oscilará entre 0,9 y 1,5°C (RCP 2.6) o entre 3,7 y 5,6°C (RCP 8.5) durante el siglo XXI.

ECOSISTEMAS NATURALES



MEDIOS DE SUBSISTENCIA HUMANOS



El aumento de temperatura, con más sequías y olas de calor, los cambios en los patrones de precipitación, los fenómenos extremos más frecuentes e intensos, así como el aumento de la salinización y degradación de la tierra y la acidificación de los océanos están impactando de manera intensa en las actividades productivas en la tierra y en el mar.

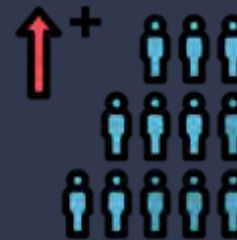
Los impactos empeorarán en las próximas décadas, especialmente si el calentamiento global supera entre 1,5 y 2 °C las temperaturas del nivel preindustrial.

MOTORES DEL CAMBIO

El Informe de evaluación del Mediterráneo (MEDEC Mar1, 2020) define 4 motores del Cambio Climático (CC)



EL CLIMA



**EL CRECIMIENTO
DEMOGRÁFICO**



LA CONTAMINACIÓN



**LAS PRÁCTICAS NO
SOSTENIBLES EN EL USO DEL
SUELO Y DEL MAR Y LAS
ESPECIES NO AUTÓCTONAS**

Hoy el aumento de la temperatura media en la Cuenca Mediterránea es **mayor a la media global** (mar y tierra)

+ La temperatura ya aumentó **1,5 °C**



Escenarios 2100 Cuenca Mediterránea

+ Aumento adicional de **0,5 - 2 °C** (si se cumplen las metas del acuerdo de París)

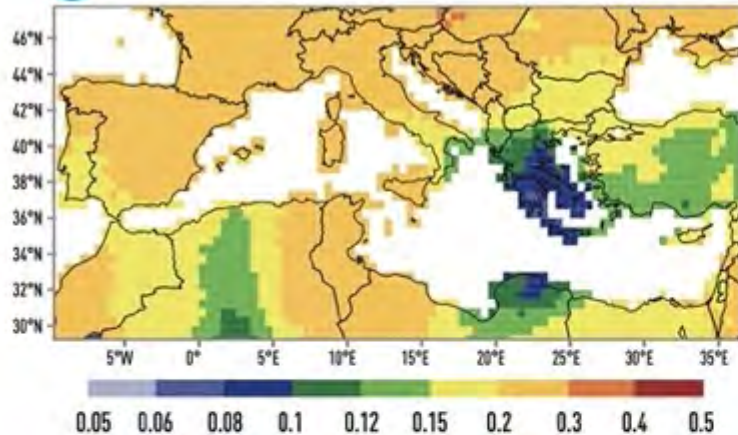
+ Aumento adicional de entre **3,8 Y 6,4 °C** (peor escenario)

CAMBIOS OBSERVADOS EN LA TEMPERATURA Y LAS PRECIPITACIONES

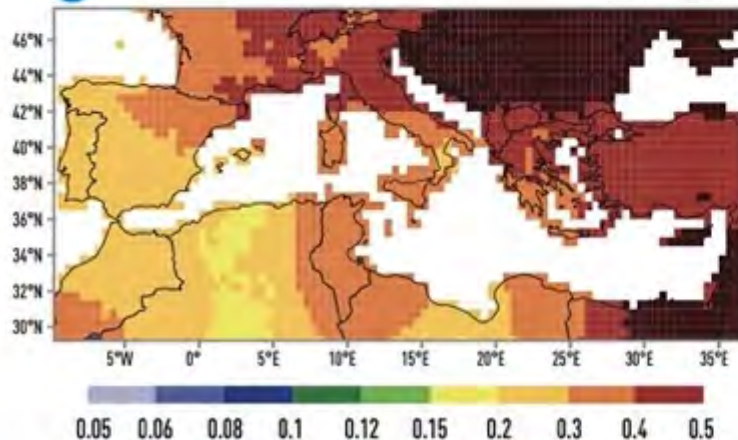
TEMPERATURA MEDIA

PRECIPITACIONES

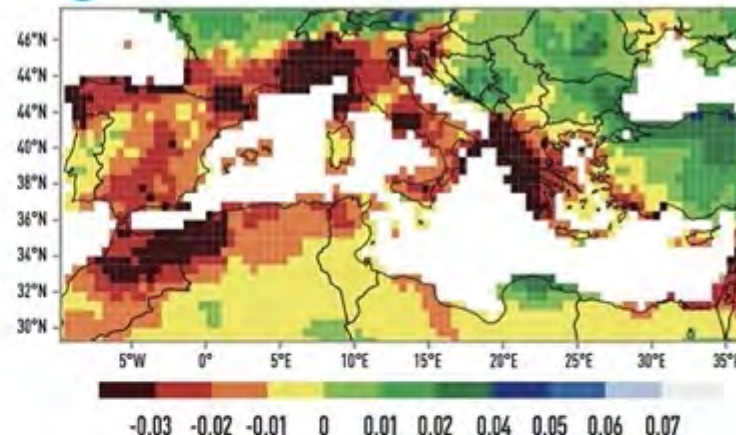
A 1950-2018



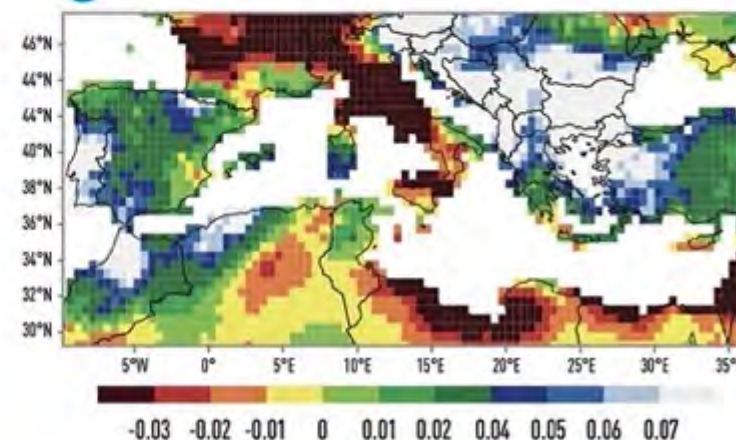
B 1980-2018



C 1950-2018



D 1980-2018

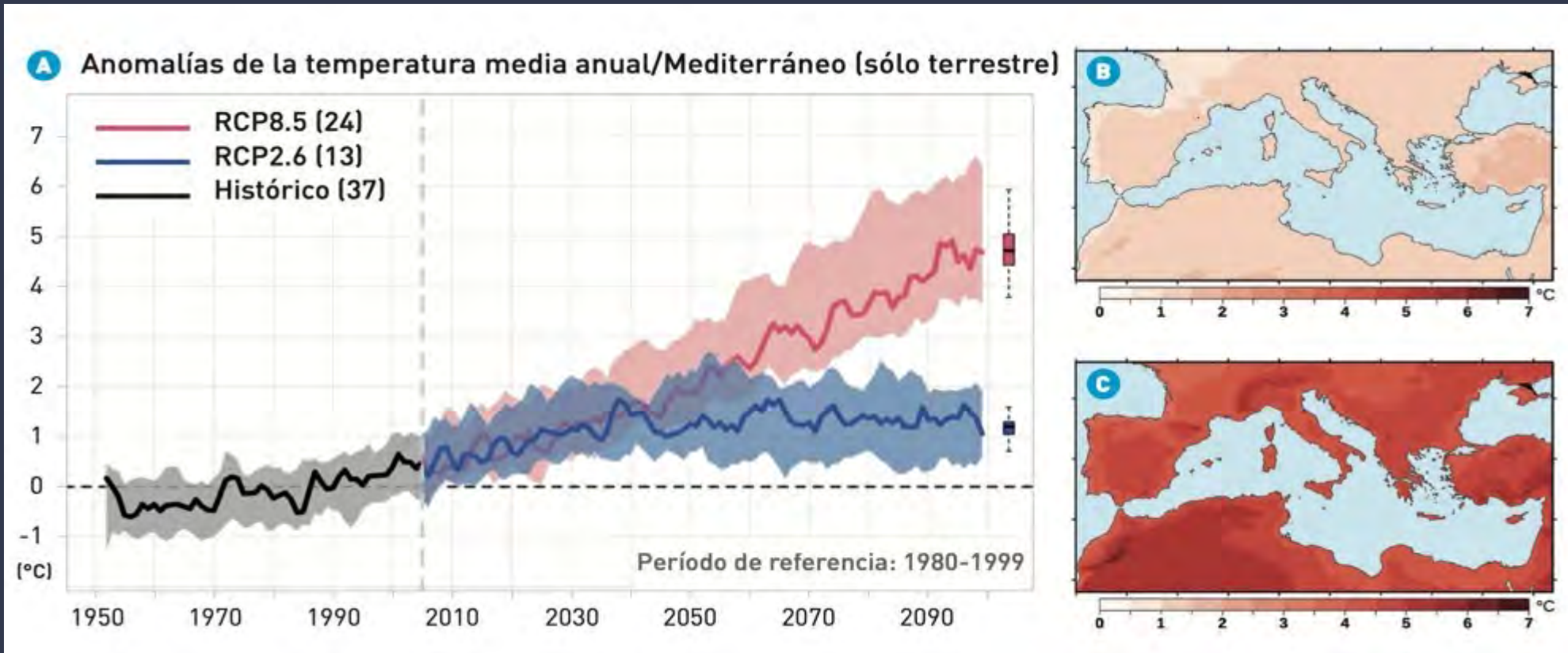


Actualmente, en la zona de Catalunya el aumento de temperatura media está 0,4 °C por encima de la media global, resultando en un aumento total de 1,54 °C por encima del nivel de 1860-1890

Se observa una disminución de la precipitación invernal en la parte central y sur de la Cuenca Mediterránea

CUENCA MEDITERRÁNEA: PROYECCIONES DE LA TEMPERATURA ANUAL

Cambios proyectados en la temperatura anual terrestre en relación con el período de referencia pasado reciente (1980-1999)



El aumento de la temperatura media para fines del siglo XXI oscilará entre -0,3 y 1,5 °C para emisiones bajas (RCP 2.6) -3,7 y 5,6 °C para emisiones altas (RCP 8.5)

A simulaciones para los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5
B: calentamiento al final del siglo XXI (2080-2099) para RCP 2.6
C: ídem para RCP 8.5

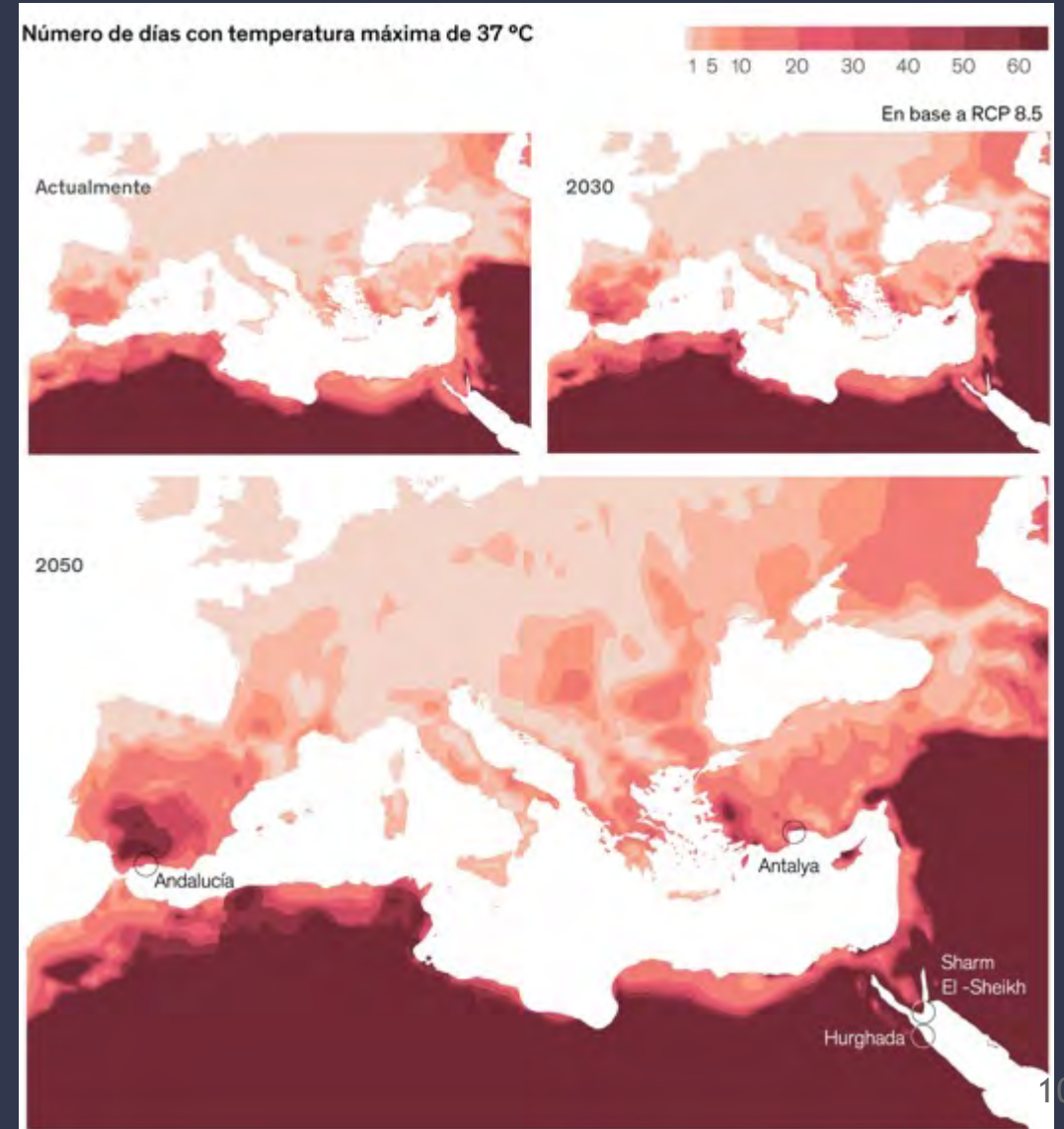
Imagen: Informe de evaluación del Mediterráneo (MAR1), MedECC

CUENCA MEDITERRÁNEA

En toda la cuenca, para el año 2.100, la temperatura superará el valor medio global en un 20% anual y un **50% en verano** (RCP 2.6)
Las temperaturas extremas cálidas aumentarán

Si el calentamiento global es de 2 °C por encima del valor preindustrial, las temperaturas máximas diurnas en el Mediterráneo probablemente aumentarán en 3,3 °C (RCP 4.5)

Número de días con temperatura máxima de 37 °C en 2030 y 2050 (RCP 8.5)



ESTRÉS TÉRMICO



Como consecuencia del estrés térmico, la planificación y gestión de las ciudades del Mediterráneo deberán centrarse en

Poblaciones Urbanas

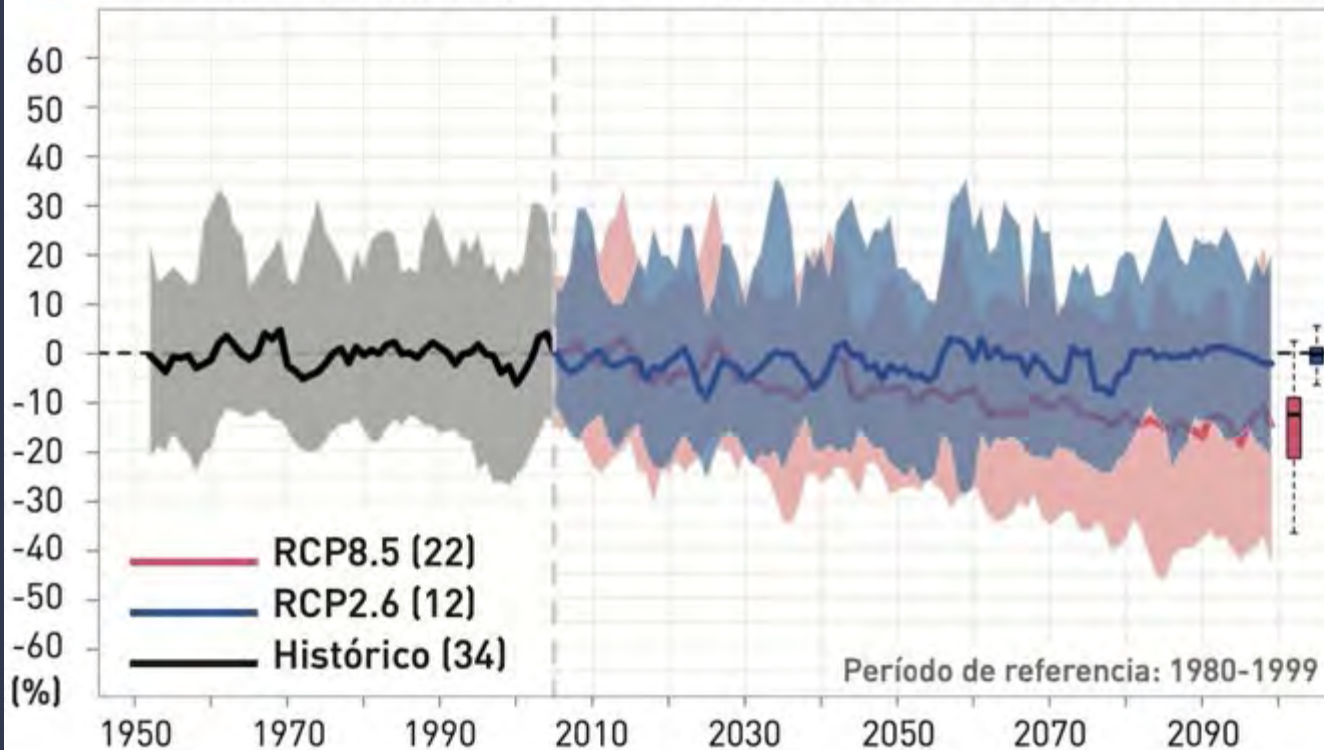
- Más población y activos
- Mayores efectos
- MÁS RIESGO

**la salud humana
y
la resiliencia al cambio ambiental**

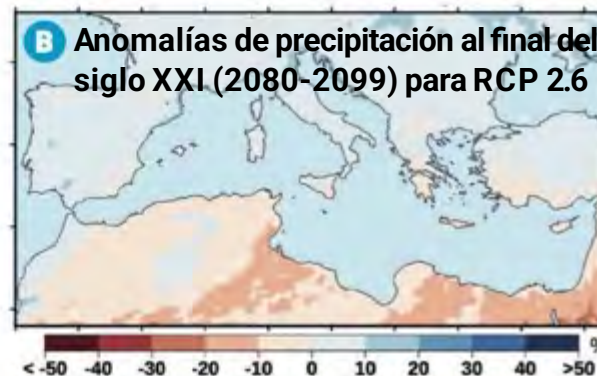
CAMBIOS PROYECTADOS EN LA PRECIPITACIÓN ANUAL

Cambios proyectados en la precipitación anual en relación con el período de referencia pasado reciente (1980-1999).

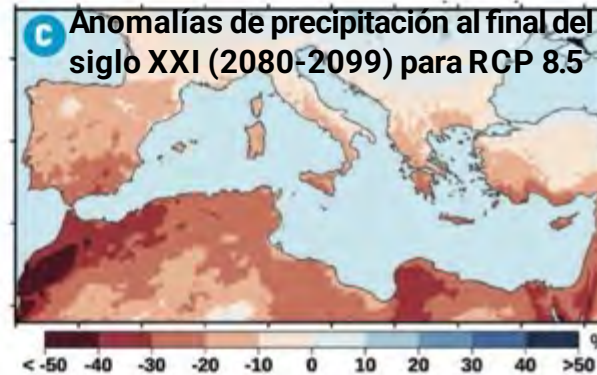
A Anomalías de la precipitación anual/Mediterráneo (sólo terrestre)



B Anomalías de precipitación al final del siglo XXI (2080-2099) para RCP 2.6



C Anomalías de precipitación al final del siglo XXI (2080-2099) para RCP 8.5



El promedio de disminución de precipitación terrestre es de 4% por cada grado de calentamiento global, lo que implicaría una reducción de entre el 4 y el 22% en las precipitaciones - según el escenario- para el final del siglo XXI

PRECIPITACIONES PRONÓSTICOS

- Mayor variabilidad interanual, mayor intensidad y extremos mayores en invierno, primavera y otoño, pero NO en las zonas del Mediterráneo.

PAÍSES DEL SUR

- Disminución de la frecuencia de precipitaciones y períodos secos más largos (especialmente en verano)

Es posible que se agraven los conflictos intersectoriales relacionados con el agua debido al aumento de las sequías y a las tendencias socioeconómicas y demográficas

Mayor frecuencia de inundaciones catastróficas repentinas en Italia, Francia y España (sellado del suelo por el efecto isla de calor urbana)

1/CAMBIO CLIMÁTICO



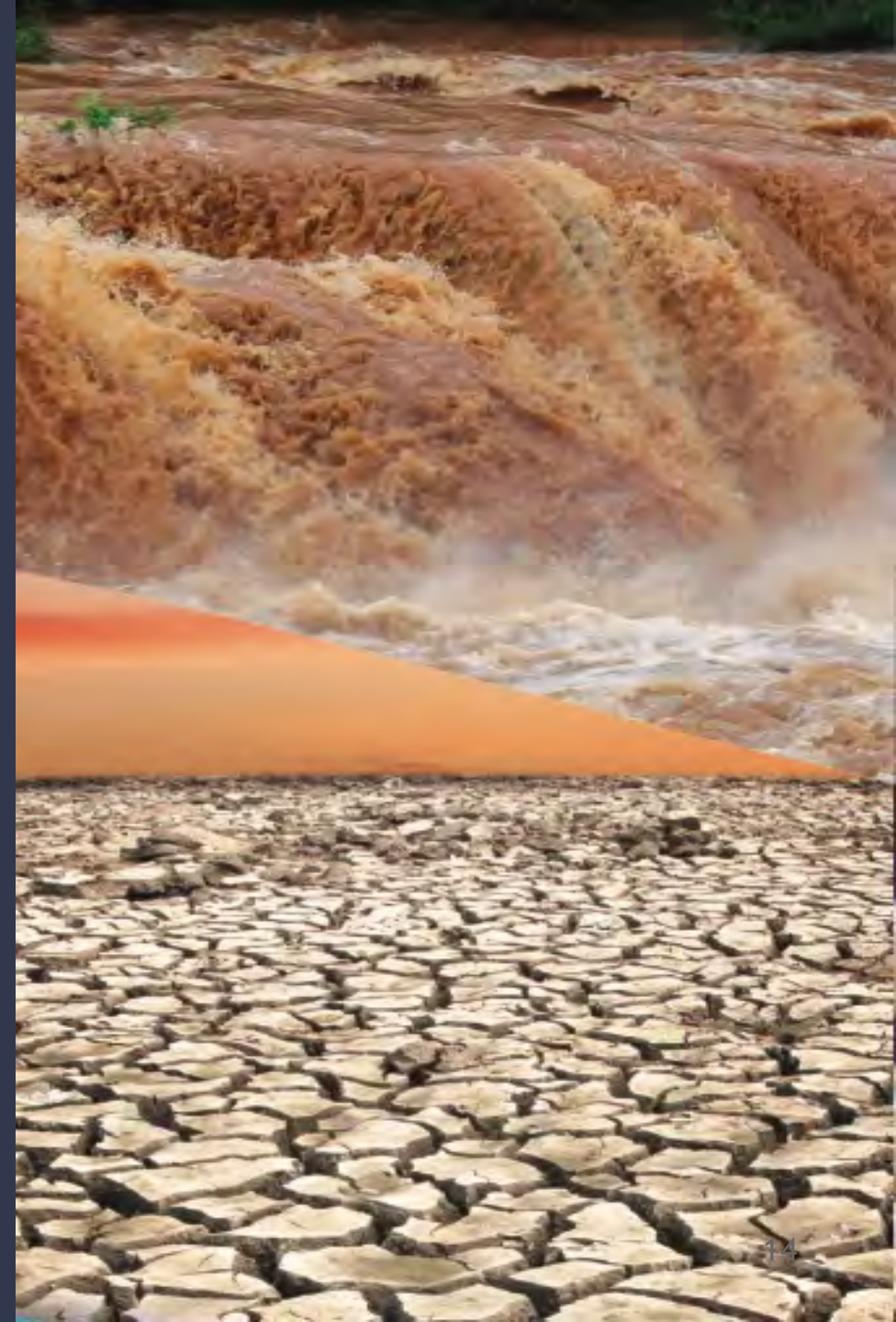
PRECIPITACIONES

EFECTO EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA

- Sequías meteorológicas, hidrológicas y agrícolas más extremas y frecuentes (aumento de la probabilidad de sequías de 5 a 10 veces)
- Reducción de la escorrentía
- Reducción de la recarga de aguas subterráneas por el calentamiento y la reducción de precipitaciones (especialmente en las zonas semiáridas)
- Deterioro de la calidad del agua

Como consecuencia:

- Degradación de los ecosistemas
- Aumento de las necesidades hídricas para los cultivos
- Incremento de los conflictos entre los usuarios y el aumento del riesgo de sobreexplotación
- Salinización de aguas subterráneas en acuíferos costeros



PRECIPITACIONES EFECTO EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA

POBLACIONES URBANAS

- Exposición a sequías graves
- Aumento de personas afectadas

Al final del siglo XXI, los efectos de niveles de calentamiento global superiores a 1,5 o 2 °C sobre los recursos hídricos serán significativamente más graves y generarán un riesgo considerablemente mayor en la región mediterránea.



ANTECEDENTES



25.9.1962 22PM

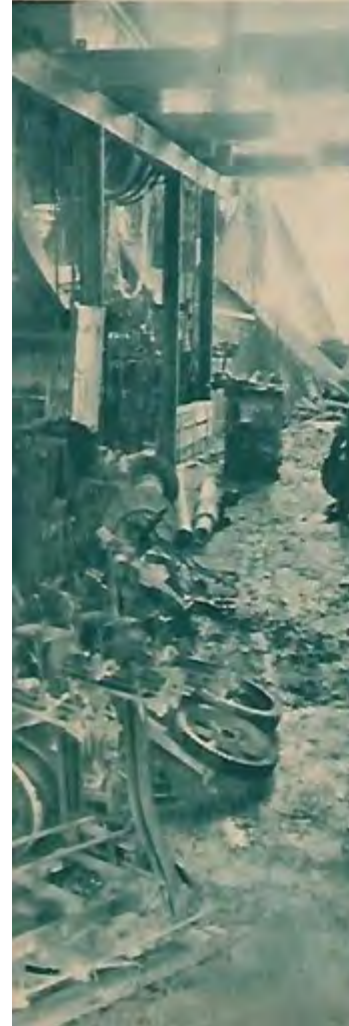
Riadas Sabadell, Terrassa y Rubí

Mayor catástrofe natural de la historia
de España

Fuente: [AÑO 1962 RECORTE PRENSA INUNDACIONES CATALUNYA CAMPO HOCKEY TERRASSA RIPOLLET](#)

CUANDO LA VIDA VUELVE

El fondo es todavía dramático en esa estampa, a la derecha: la casita devastada por el temporal; pero las mismas—mismas y distintas—aguas del río, copian los bellos ojos de la moza lavandera. La vida sigue. Debajo de estas líneas, yace la maquinaria de un taller de Ripollit y en la nave se acusan las huellas de la catástrofe. También abajo, de esquina, vemos los arrumbados vestuarios del campo de Hockey, de Terrassa; ya en ese campo no podrá disputarse el encuentro España-Francia, señalado para hoy. Pero torna la vida, y la esperanza otra vez hace subir la sangre en el tonellito del corazón de los hombres, los indomables hombres. (F. Fiel.)



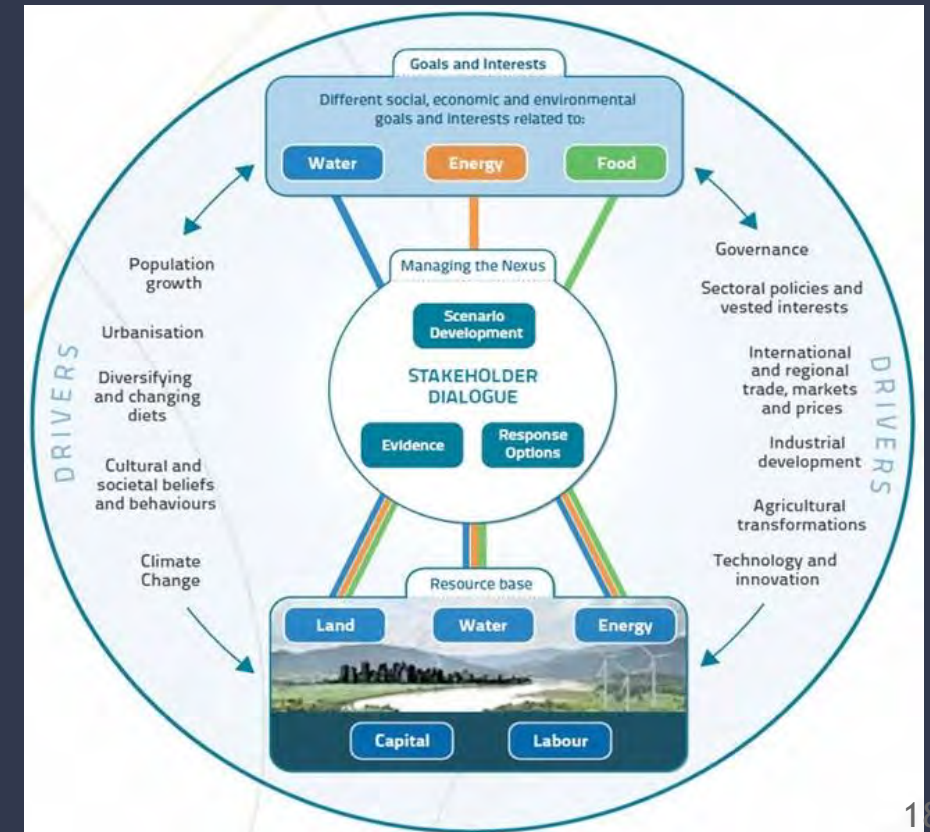
ANTECEDENTES

- + Más de 225 l/m² en 2 hs
- + Desbordamiento del Besòs, del Llobregat (de 19m³/seg a 1550 m³/s en Martorell) y de gran parte de torrentes
- + Más de 600 muertos
- + Más de 1200 damnificados
- + Pérdidas millonarias (casas, edificios, fábricas y maquinaria)



“Las estrategias y las políticas para la gestión del agua y la adaptación al cambio climático están fuertemente interconectadas con todos los otros sectores , por ejemplo, el nexo agua-energía-alimentación.

La reducción de las pérdidas de agua en todos los sectores usuarios del agua en el Mediterráneo es crucial para las estrategias de adaptación y gestión sostenibles”



#2 SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA URBANA

LA NATURALEZA REGULA EL CLIMA

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN)

“Soluciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son **rentables**, proporcionan **simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos**, además de ayudar a crear **resiliencia**; dichas soluciones aportan más naturaleza así como **características y procesos naturales**, y con mayor **diversidad**, a las ciudades y paisajes terrestres y marinos, mediante **intervenciones localmente adaptadas, eficientes en el uso de recursos y sistémicas**”.

(Comisión Europea)

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA



REDES DE
INTERCONEXIÓN
URBANAS



CURSOS DE AGUA
NATURALES Y
SEMINATURALES



SISTEMAS DE
CONTROL DE LA
EROSIÓN



PARQUES Y JARDINES



HUMEDALES



TERRAZAS VERDES

OPCIONES DE ADAPTACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD



- Preservación de la variabilidad del caudal natural de los ríos
- Protección de las zonas de ribera
- Reducción de la extracción de agua
- Modificación de las prácticas silvícolas
- Fomento de una conectividad paisajística climáticamente inteligente

CARACTERÍSTICAS

- + Proveen servicios ecosistémicos
- + Son sostenibles económicamente
- + Menores costos de mantenimiento

- + Son multifuncionales (impacto social, económico y ambiental)
- + Secuestro de Carbono
- + Resiliencia
- + Adaptación al Cambio Climático



1 ha. de bosque filtra en 40
años 200 tn de CO₂

CARACTERÍSTICAS

- + Promoción y mejora de la Biodiversidad (hábitat y conectividad)
- + Control de inundaciones y de la erosión
- + Mejoran la calidad del aire y del agua
- + Control del ruido en las ciudades
- + Reducen el "efecto isla de calor"
- + Impacto social positivo
- + Permiten trabajar en varios SDGs simultáneamente



Los humedales filtran el 96% de los nitratos y el 97% de los fosfatos del agua contaminada

DIAGNÓSTICO

Global

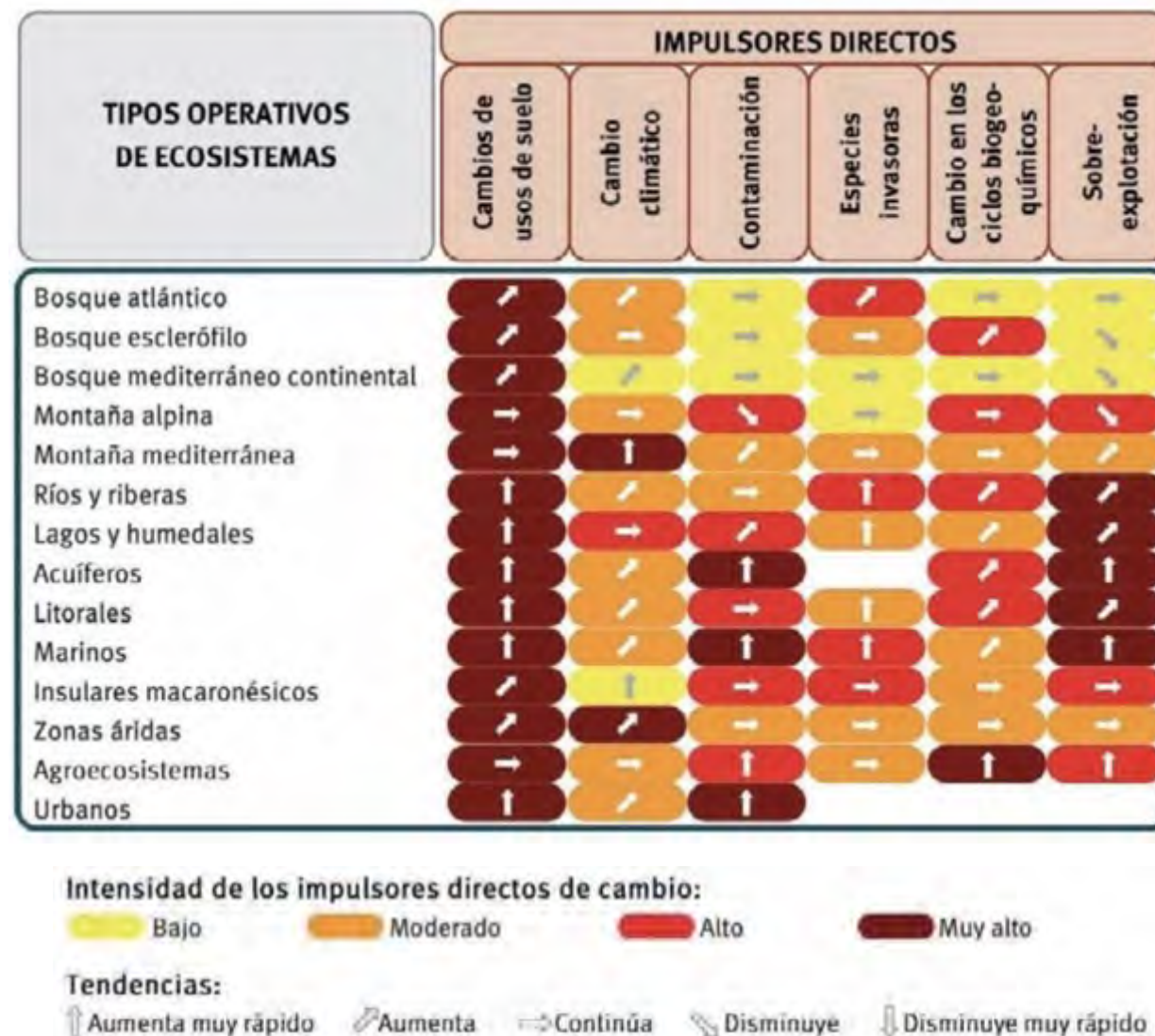
- Pérdida de biodiversidad a un ritmo sin precedentes (últimos 50 años, -60%)
- Reducción 60% población de especies silvestres (1990-2030)

España

- Uno de los países con mayor biodiversidad de Europa
- Causantes: Modelo económico, proceso de urbanización (cambio de uso del suelo) y los patrones demográficos (+67% población)

Fuente: Importancia relativa y tendencias del impacto de los seis impulsores directos de cambio de los ecosistemas en España. Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011).

AFECTACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS EN ESPAÑA

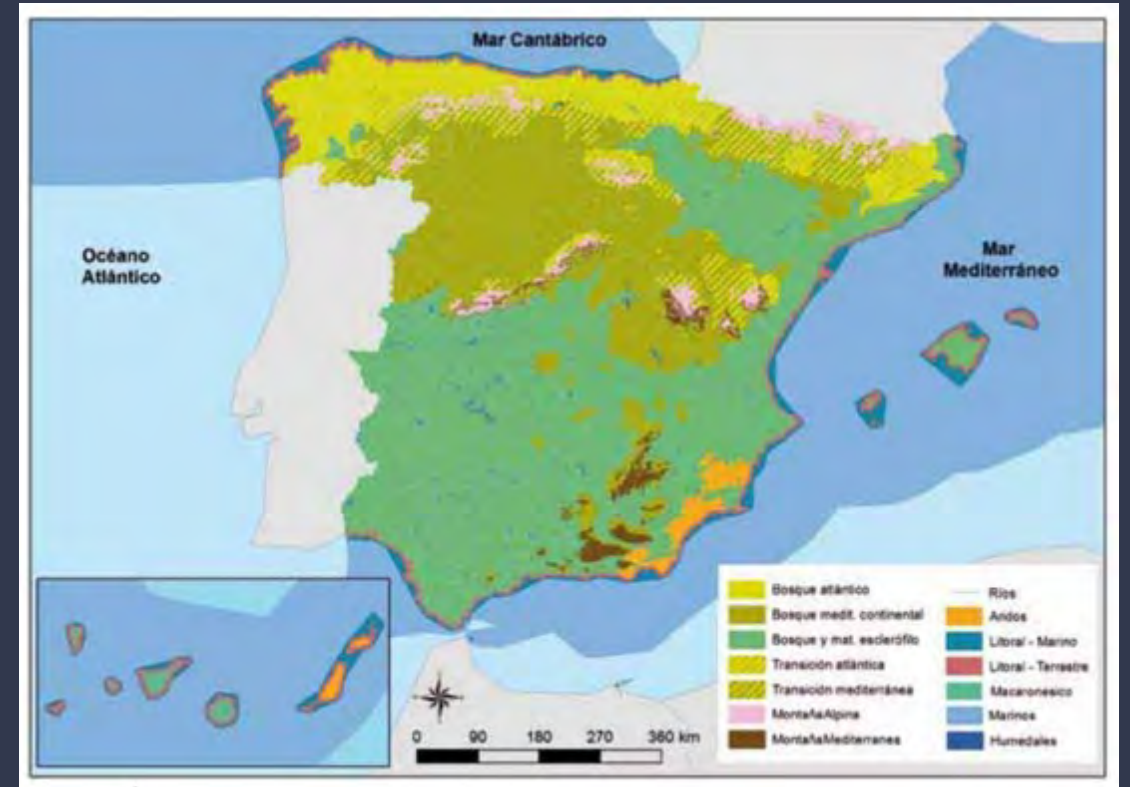


ESPAÑA

STATUS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

2/SBN

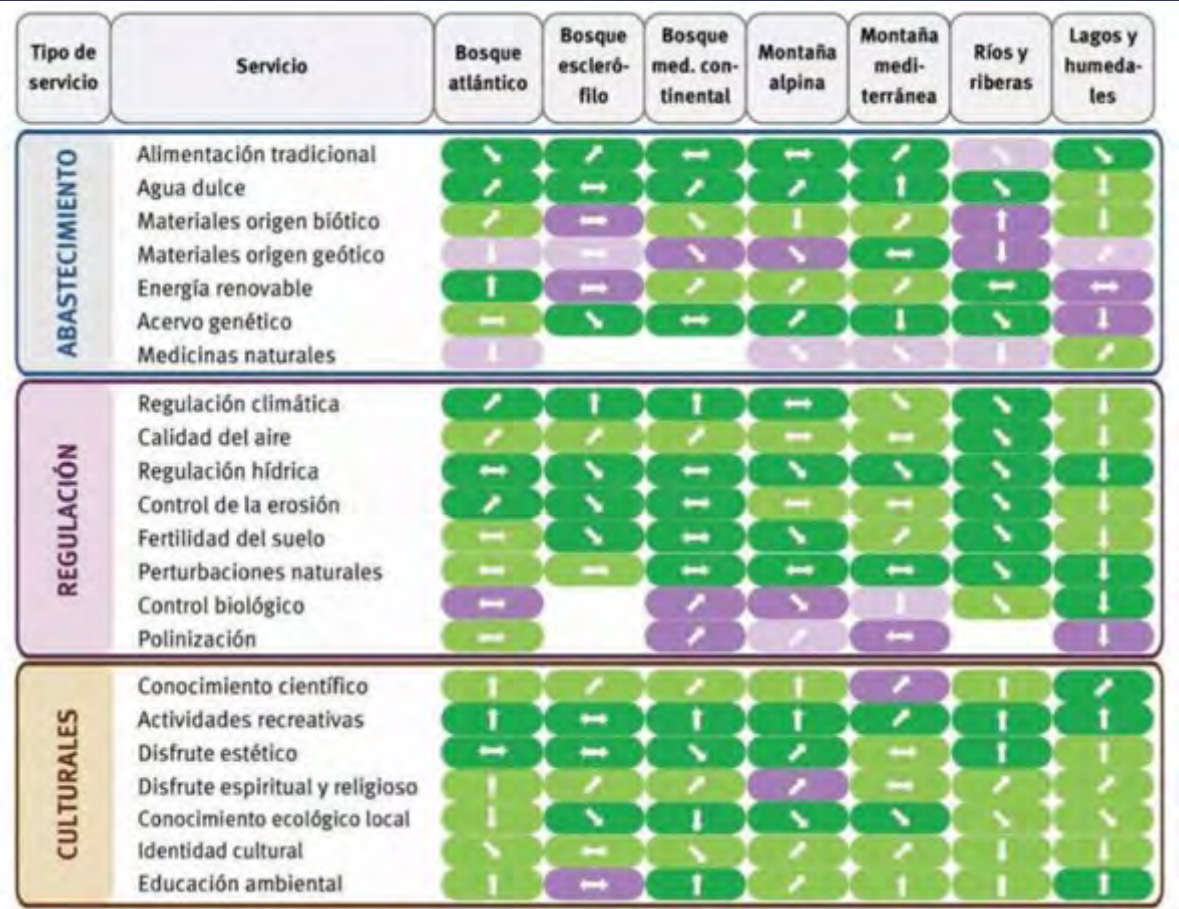
- + 22 servicios, 14 sistemas operativos
- + **Abastecimiento** alimentación, agua, materiales, energía
- + **Regulación** climática, hídrica, calidad del aire y del suelo, control biológico, polinización, control de la erosión
- + **Culturales** conocimiento científico, disfrute, recreación, identidad cultural, educación ambiental.



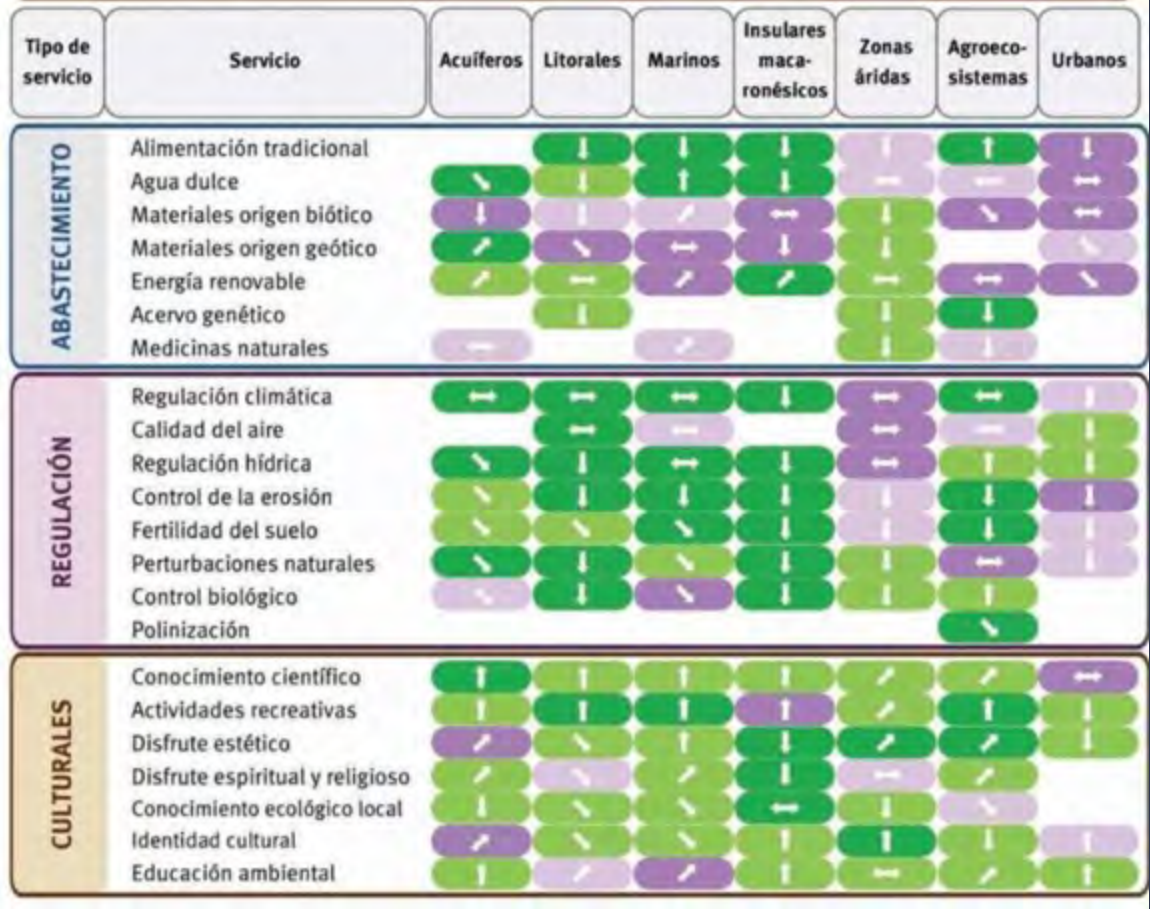
ESPAÑA

STATUS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

2/SBN



Importancia del servicio: Bajo Medio-bajo Medio-alto Alto



Tendencia del servicio: ↗ Mejora ↘ Tendencia a mejorar ⇄ Tendencia mixta ↘ Tendencia a empeorar

#3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

OBJETIVO GENERAL

Analizar el potencial de las infraestructuras verdes y azules resilientes al clima, para la conectividad y la mejora del balance hídrico en la ciudad de Terrassa.

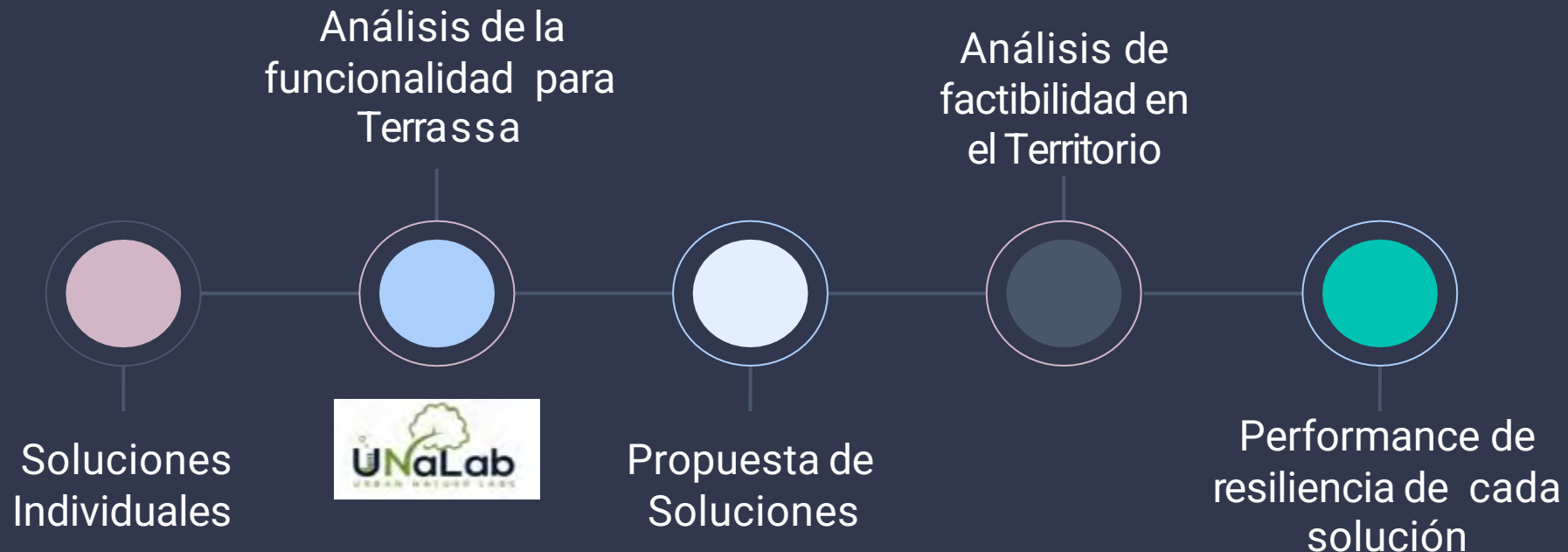
OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el uso de ecoinfraestructuras resilientes al clima
2. Mitigación del riesgo de inundación, dentro de la trama urbana
3. Renaturalización de los cauces que atraviesan la trama urbana y el espacio periurbano
4. Incremento de la biodiversidad en el ámbito de los cauces y en espacios urbanos
5. Aumentar la conectividad de los espacios y parques naturales del entorno y con la Anella Verda.

#4 METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

1. Estudio de la funcionalidad de cada solución basada en la naturaleza según el Manual de UNALAB. Se incluirán también otras soluciones.
2. Selección de las soluciones eficientes para los desafíos de Terrassa.
3. Análisis de factibilidad.
4. Testeo de la resiliencia en distintos escenarios



MANUAL UNALAB

Manual desarrollado por 28 socios de 10 ciudades europeas

Su objetivo es el desarrollo de sociedades

- + Inteligentes
- + Inclusivas
- + Resilientes
- + Sostenibles



A través de soluciones innovadoras basadas en la Naturaleza (NBS)

MANUAL UNALAB



El catálogo UNALAB clasifica la performance de cada solución basada en la naturaleza con respecto a los siguientes desafíos:

- # Inundaciones
- # Escasez de agua
- # Polución del aire / agua
- # Estrés térmico
- # Crecimiento acelerado de la población
- # Problemas de Salud (x clima)
- # Pérdida del hábitat
- # Pérdida de la biodiversidad

#5 MARCO LEGAL PARA EL FOMENTO DE LAS SBN

ANTECEDENTES

CE 2013 “Infraestructura Verde (IV): mejora del capital natural de Europa”.

CE 2017 “Plan de Acción en pro de la naturaleza, las personas y la economía”.
Conectar las zonas de la red Natura 2000.

España Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Modificación por la Ley 33/2015.

España Orden PCM/735/2021 cumplir el mandato legal contenido en el artículo 15 de la Ley 42/2007

BOE PCM/735/2021

La Orden PCM/735/2021, del 9 de julio, **aprueba** la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológica.

La estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas es el documento de **planificación estratégica** que **regula la implantación y el desarrollo** de la Infraestructura Verde en España*.



VISIÓN ESPAÑA 2050

Se ha **consolidado** en España una **Infraestructura Verde del territorio a escala nacional** que garantiza:

La **reducción de la fragmentación** de hábitats y ecosistemas

La **mejora de la conectividad ecológica** del territorio

La **provisión de servicios de los ecosistemas** clave para el bienestar humano (regulación, abastecimiento y culturales)

La **mitigación de los efectos del cambio climático** (ámbito rural y urbano)

La mejora de la **resiliencia** climática

La mejora de la **capacidad de adaptación de las sociedades** frente al cambio climático y los riesgos que conlleva.

VISIÓN ESPAÑA 2050

4 objetivos

8 metas

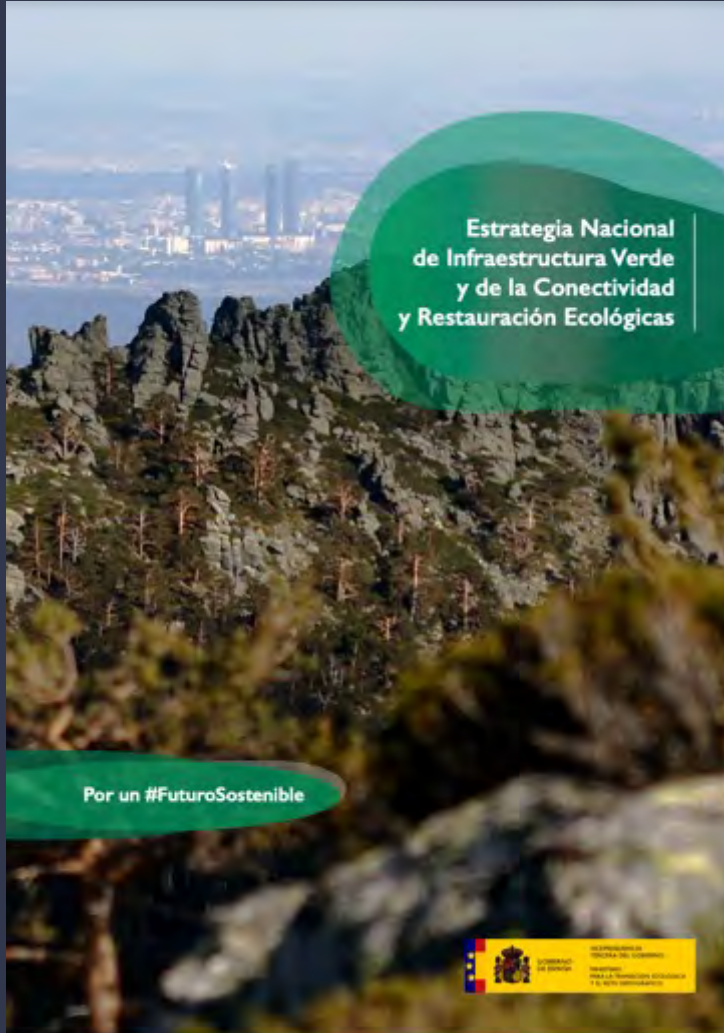
50 líneas de actuación

Estrategia Nacional
de Infraestructura Verde
y de la Conectividad
y Restauración Ecológicas

Por un #FuturoSostenible

Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.

4 OBJETIVOS

**1**

HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD

2

COORDINACIÓN Y GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

3

INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS Y OBJETIVOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

4

MEJORA DEL CONOCIMIENTO, INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

4 OBJETIVOS

1. Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la biodiversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios
2. Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la Infraestructura Verde.
3. Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la Infraestructura Verde en los distintos niveles de la planificación territorial.
4. Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la Infraestructura Verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.

8 METAS

**IDENTIFICAR Y DELIMITAR
LA INFRAESTRUCTURA
VERDE**

1

5

**MEJORAR LA RESILIENCIA DE
LA INFRAESTRUCTURA VERDE**

**REDUCIR LA PÉRDIDA DE
LA CONECTIVIDAD
ECOLÓGICA**

2

6

**GARANTIZAR LA COHERENCIA
TERRITORIAL DE LA
INFRAESTRUCTURA VERDE**

**RESTAURAR LOS HÁBITATS
Y ECOSISTEMAS CLAVE**

3

7

**INCORPORAR DE FORMA
EFECTIVA LA
INFRAESTRUCTURA VERDE**

**MANTENER Y MEJORAR
LOS SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS**

4

8

**COMUNICACIÓN, EDUCACIÓN Y
PARTICIPACIÓN**

8 METAS ESTRATÉGICAS

1. **Identificar** y delimitar espacialmente **la red básica** , a diferentes escalas, de la Infraestructura Verde (I.V.) en España
2. **Reducir** los efectos de la **fragmentación** y de la pérdida de conectividad ecológica .
3. **Restaurar los hábitats y ecosistemas** de áreas clave para favorecer la **biodiversidad**, la **conectividad** y la **provisión de servicios ecosistémicos**, **priorizando soluciones basadas en la naturaleza**.
4. Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la I.V.
5. **Mejorar la resiliencia** de los elementos vinculados a la I.V. la **mitigación y adaptación** al cambio climático.
6. Garantizar la **coherencia territorial de la I.V.** mediante la definición de un **modelo de gobernanza** que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas.
7. **Incorporar de forma efectiva** la I.V., la mejora de la conectividad ecológica y la restauración ecológica **en las políticas sectoriales**, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo y la evaluación ambiental.
8. **Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad** en el desarrollo de la infraestructura verde.

LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA SERÁN ESENCIALES PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

(Estrategia de la UE sobre la biodiversidad)

INFRAESTRUCTURA VERDE

La infraestructura verde es una **red** ecológicamente coherente y **estratégicamente planificada** de **zonas** naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, **diseñada y gestionada** para la **conservación de los ecosistemas** y el mantenimiento de los **servicios** que nos proveen.*

MARCO ESTRATÉGICO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Garantizar la **conectividad ecológica y la restauración del territorio español**, a través de la **Elaboración de una Estrategia estatal de infraestructura verde**, y de la conectividad y restauración ecológicas

Objetivo marcar las **directrices** para la **identificación y conservación** de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del **territorio español, terrestre y marino**,

MARCO ESTRATÉGICO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Planificación territorial y sectorial que permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

Protección y restauración de hábitats

MARCO ESTRATÉGICO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Las **comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años** a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal, **sus propias estrategias**, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia estatal.

Deben mencionarse los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales

CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

Se refiere a la configuración de los paisajes y cómo esta misma afecta al desplazamiento y dispersión de las especies, tanto animales como vegetales, favoreciendo además los flujos de materia y energía.

La fragmentación de los ecosistemas (y, por lo tanto, la pérdida de conectividad y permeabilidad ecológicas) está causada fundamentalmente por cambios en los usos del suelo y por la construcción de barreras locales (autopistas, tendidos eléctricos, tuberías, trenes).

(Europarc-España, 2009)

STATUS DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ESPAÑA

Aves: Fragmentación 55%, reducción del 23% de los individuos

Mamíferos: Fragmentación 98%, reducción del 47% de los individuos

En España los valores de fragmentación son más elevados a lo largo de la costa y en el nordeste.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Proceso mediante el cual se promueve el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004).

Restauración ecológica activa: intervención directa sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de reemplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo para garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional.

Restauración ecológica pasiva: eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema degradado pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad

#6 EL CASO DE TERRASSA. BALANCE HÍDRICO

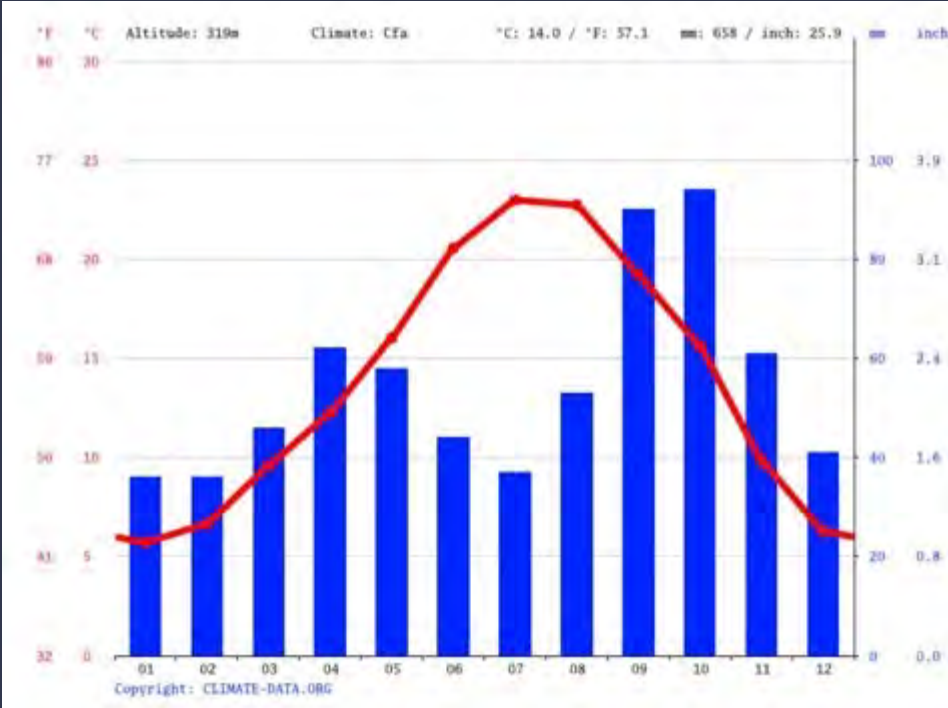
PERFIL URBANO E INDUSTRIAL

Consumo industrial de agua	3,678,330 m3/año (ACA, 2019)*
Tarifa para consumo industrial	1,1248 €/m3 (T-Aigua, 2020)
Tratamiento de agua	Biológico. Remoción de Nitrógeno y Fósforo.
Capacidad de tratamiento EDAR	75.000 m3/día (ACA, 2021)
Nº Actividades industriales	791



Población	223,627 hab (IDESCAT, 2020)
Área total	70,16 km2 (IDESCAT, 2020)
Densidad	3.187,4 hab/km2 (IDESCAT, 2020)
Área urbana	~ 21.2 km2
PBI	24.200 € / hab (IDESCAT, 2019)
Tarifa del agua para consumo doméstico	Consumo: 1,291 €/m3 Canon: 0,654 €/m3 Mantenimiento: 0 €/m3 Total: 1,945 €/m3 (ACA, 2020)
Consumo doméstico de agua	8.314.944 m3/año (ACA, 2019)
Generación de residuos % de reciclaje	1,06 kg/hab/día 41.9 % (ARC, 2019)

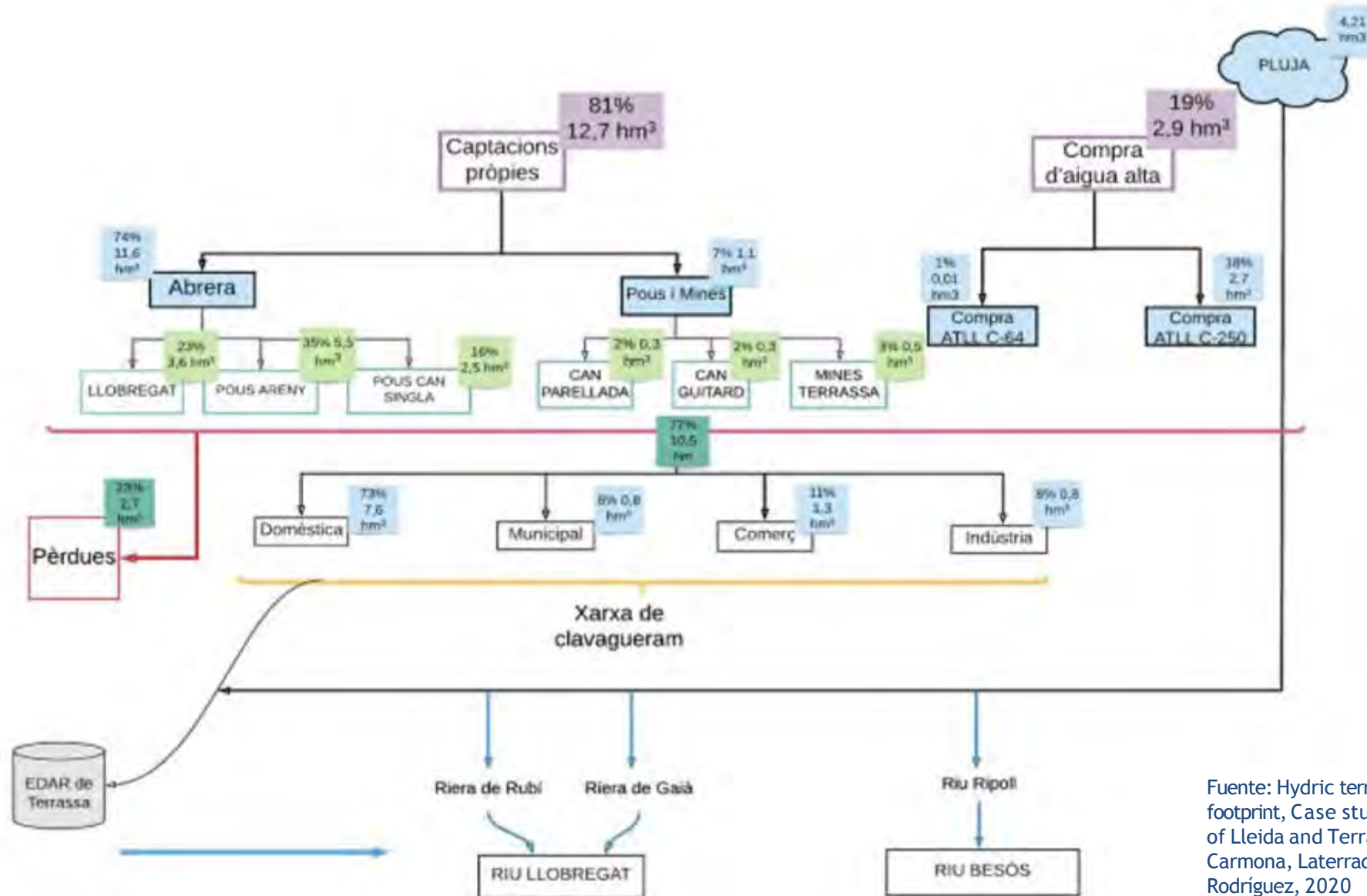
ÁREAS VERDES



CLIMATOGRAMA

Superficie verde	2.035 ha (AJ Terrassa, 2017)
Superficie cultivada	444 ha (IDESCAT, 2009)
Temperatura	14°C (Climate Data)
Lluvias	577,46 mm (AJ Terrassa, 2015-2019)
Altitud	286 m (IDESCAT, 2020)
Río (caudal)	Riu Llobregat 19 m³/s (mean)
Consumo agrícola de agua	110.349,90 m3 (aproximación 2019)
Tarifa del agua para agricultura	Misma que industrial 1,1248 €/m3 (T-Aigua, 2020)

BALANCE HÍDRICO DE TERRASSA



Fuente: Hydric territorial footprint, Case studies of Lleida and Terrassa. Carmona, Laterrade y Rodríguez, 2020

ESQUEMA DEL BALANCE HÍDRICO DE TERRASSA



HUELLA HÍDRICA DE TERRASSA



Afluente (m3)

Sector Doméstico
(m3)

Volumen reportado por T-Aigua	8.133.195
Pérdidas	3.748.397
Ventas de agua	1.498.406
Gastos en el tratamiento de agua	35.000

Sector Industrial
(m3)

Actividades productivas	2.113.765
Otros usos	1.564.565

Sector Municipal
(m3)

Riego	472.780
Otros usos	252.501

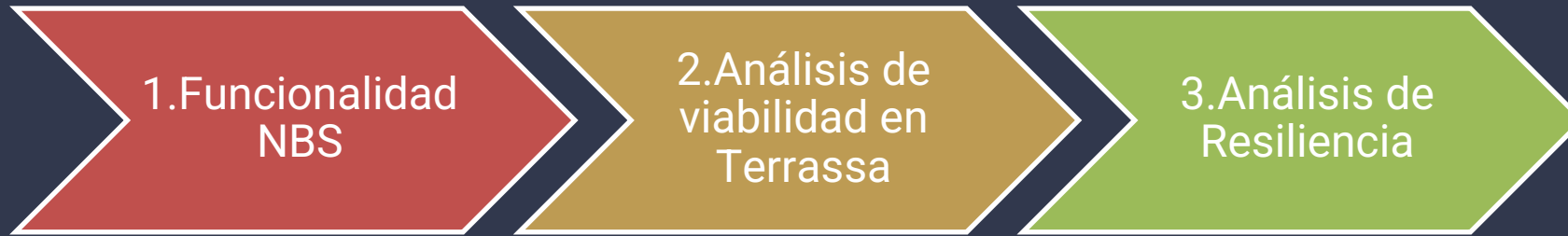
Efluente (m3)

Volumen de agua descargado por la EDAR	14.618.000
--	------------

Huella de agua azul -> Afluente - Efluente
 $17.818.609 - 14.618.000 = 3.200.609 \text{ m}^3$

#7 PRE-PROPUESTA PARA EL USO DE NBS EN TERRASSA





1. Estudio de la funcionalidad de cada NBS según el manual UNALAB*

- Control de inundaciones
- Escasez de agua
- Contaminación agua/aire
- Estrés térmico
- Crecimiento de la población
- Salud humana
- Biodiversidad y pérdida de hábitat

2. Análisis de la viabilidad de cada NBS en Terrassa

- Técnica
- Económica
- Política
- Cultural

3. Análisis de resiliencia de cada NBS en 3 escenarios climáticos*

- Business as usual
- Sequía extrema
- Emergencia por sequía

* También se incluirán en el análisis otras soluciones

- #7a Soluciones basadas en la naturaleza
- #7b Otras soluciones
- #7c Pre-análisis viabilidad NBS

#7a Soluciones basadas en la naturaleza

CATEGORÍAS

- 1) Intervenciones verdes
- 2) Espacio público verde
- 3) Paredes verdes
- 4) Terrazas y techos verdes
- 5) Diseño urbano sensible al agua
- 6) Restauración de cursos de agua
- 7) Soluciones de bioingeniería
- 8) Otras NBS



1. INTERVENCIONES VERDES



Foto: Londres, UK. (Rough&Ready)

a) Árboles

a. 1 Línea simple, doble o triple

a. 2 Boulevards

b) Grupos de árboles (Arboretum)

BENEFICIOS

- Regulación del microclima
- Provisión de hábitat
- Estético y recreativo
- Salud
- Regulación del ciclo del agua (escorrentía)

1. INTERVENCIONES VERDES

Línea simple

Boulevard de línea simple



Imagen: Washington D.C. ([Tree Link News](#))



Imagen: Town Hall Square Eindhoven (ILPOE, 2018).

Arboretum



Imagen: ([LAND](#))

1. INTERVENCIONES VERDES

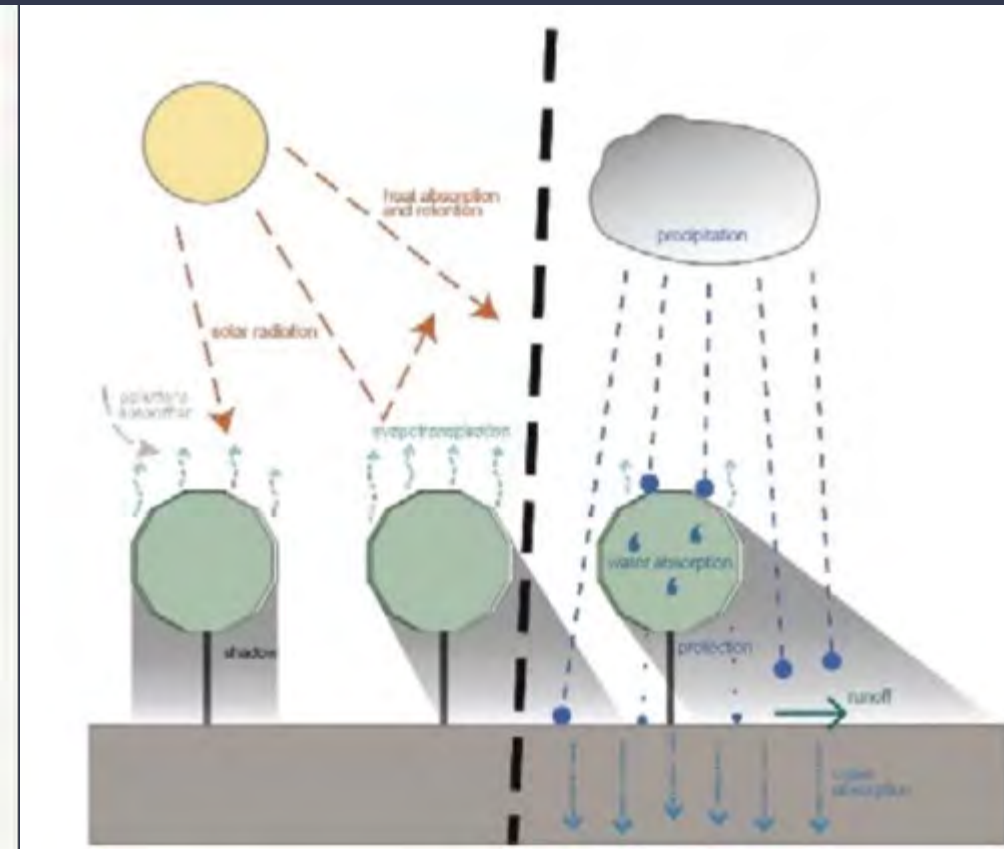


Imagen: Role of single trees (ILPOE, 2018)

2. ESPACIO PÚBLICO VERDE

Los espacios públicos verdes se clasifican según su tamaño, área de influencia, servicios prestados y aspectos de diseño urbano. En un sistema integrado, a menudo conectados a través de calles bordeadas de árboles, sirven como la columna vertebral de la infraestructura verde urbana y brindan muchos servicios beneficiosos para la ciudad.

a) Parques

b) Corredores verdes

2. a PARQUES



- Deben estar bien conectados y ser accesibles para los peatones
- Tamaño mínimo de 1,5 ha y una forma compacta (120m*120m) con una alta proporción de árboles o bosque (> 50%) y un mínimo de superficies selladas
- Regulación del cambio climático
- Biodiversidad
- Salud, estético y recreativo
- Regulación del ciclo del agua (escorrentía)

2. b CORREDORES VERDES



- Líneas de tren abandonadas y vías fluviales regeneradas permiten la interconexión de parques
- Desempeñan un papel importante en las redes de infraestructura verde urbana
- Ayudan a renovar la naturaleza de las ciudades
- Cuando se basan en infraestructura abandonada, la ubicación y las propiedades de la red son más o menos fijas. Para nuevos desarrollos, se pueden diseñar pasillos verdes como elementos de conexión
- Proveen conectividad
- Dependiendo del uso anterior, pueden necesitar un alto nivel de mantenimiento

3. PAREDES VERDES



A. FACHADAS

B. PAREDES AUTO SOSTENIDAS

C. PAREDES DE MUSGO

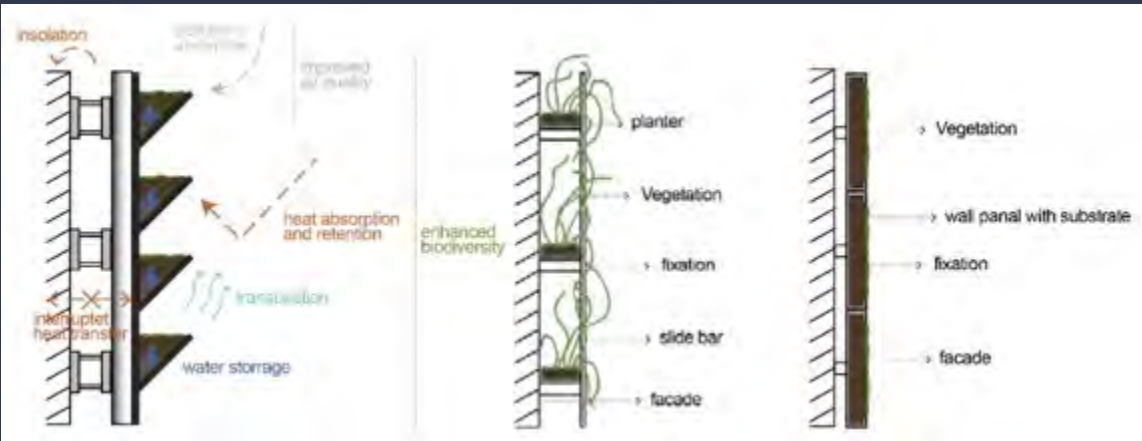
Pueden ser interiores o exteriores

- Reducción de la contaminación del aire (material particulado, gases contaminantes)
- Producción de aire fresco
- Reducción de la temperatura (2 a 10 C)
- Retención del agua
- Provisión de hábitat
- Protección del ruido
- Estético

3.a FACHADAS

3.A.1.FACHADAS VENTILADAS

- Se utilizan paneles precultivados o sistemas especiales de macetas para plantas
- Requiere tecnología para riego
- Requiere sustratos especiales para reducir el peso
- Las temperaturas por debajo de 0°C pueden ser un problema (algunos sistemas permiten retirar los paneles en invierno)
- Riesgo de incendios si la vegetación se seca
- Necesita el cuidado de un jardinero



Sustrato en jardinera (b-c); cestas de malla de plástico o meta(LPOE, 2018)



Imagen: [Jardines sin fronteras](#)

3.A.2. FACHADAS CON BASE EN EL SUELO

- Las plantas trepadoras se plantan en el suelo de donde extraen agua y nutrientes.
- Barreras de sonido: paredes de concreto cubiertas de plantas trepadoras
- Crecen directamente en la pared o soportadas por un marco
- No son aptas para climas muy secos
- Requieren buenas condiciones de suelo
- Tardan de 5 a 25 años en cubrir una fachada
- Riesgo de incendios si la vegetación se seca

3.b PAREDES AUTONOMAS

La verticalización de los espacios verdes es una forma adecuada de incrementar las superficies vegetadas y los servicios ecológicos en entornos urbanos.

Las paredes autónomas sirven como medidas de adaptación para el efecto isla de calor urbano, crean un espacio con un alto valor de entretenimiento y (potencialmente) alta biodiversidad y reducen las emisiones de ruido.

Son adecuados para reutilizar la escorrentía, y tienen un alto porcentaje de evapotranspiración. Si la vegetación es densa soportan períodos de sequía más prolongados.



Funciones de los espacios verdes verticales (Helix Pflanzensysteme GmbH)



Construcción de una pared autónoma (Helix Pflanzensysteme GmbH)



Living-room verde, Ludwigsburg, Alemania (Helix Pflanzensysteme GmbH)

3.b PAREDES AUTONOMAS

APLICACIONES



Paredes autónomas para la reducción del ruido ([LUFT](#))



Livingroom verde móvil (portátil) (Eisenberg)



Reducción del ruido (Novel Solutions for quieter and greener cities)

REDUCCIÓN DEL RUIDO

PORTABLES



Construcción de una pared autónoma (Chalmers)



Construcción de un livingroom móvil. (Inhabitat)

3.c PAREDES DE MUSGO



2,000 macetas de musgo tienen el efecto purificador de 250 árboles

En un mes 1 pared de musgo puede absorber las emisiones de 42 vehículos diesel.

Foto: Glasgow, Escocia (Intelligent Living)

El "City Tree" es un filtro biotecnológico creado para mejorar la calidad del aire en las ciudades. Es una construcción compacta y móvil, plantada con diferentes especies de musgos en su parte delantera y trasera.

La superficie de musgo contribuye a mejorar la calidad del aire.

Por su gran superficie, en comparación con otras plantas, los musgos almacenan una gran cantidad de agua y proporcionan una gran superficie para la evapotranspiración, con la consecuente reducción de la temperatura del aire a escala local.

Requieren de tecnología adicional: los ventiladores dentro de la construcción vertical fortalecen el flujo de aire a través de la instalación, fomentando el filtrado del aire y la transpiración del agua.

Pueden equiparse con sensores que proporcionen información en tiempo real

Dependiendo de las condiciones climáticas locales, el City Tree debe contar con un sistema de riego adicional que acumule el agua de lluvia.

La electricidad puede ser suministrada por paneles solares

FUNCIONALIDAD

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
#1.a.1 Árboles de línea simple, doble o triple			X	X		X	X
#1.a.2 Boulevards			X	X		X	X
#1.b. Grupos de árboles			X	X		X	X
#2.a Parques	X		X	X		X	X
#2.b Corredores verdes			X	X		X	X
#3.a. Fachadas	(X)		X	X		(X)	X
#3.b Paredes autónomas			X	X	X	X	X
#3.c Paredes de musgo			X	X		X	

(X) La funcionalidad de las paredes autónomas y fachadas en el control de inundaciones depende de si las plantas están basadas en el suelo. La funcionalidad de las fachadas en la salud depende del caso (fachadas de control de ruido).

4. TECHOS Y TERRAZAS VERDES



Superficies que permiten el crecimiento de vegetación en techos, azoteas, balcones o terrazas

El tipo de vegetación se elige de acuerdo a la zona

Pueden ser

A. intensivas (transitables)

B. extensivas (no transitables)

Se debe calcular el peso/m² para el soporte de la estructura

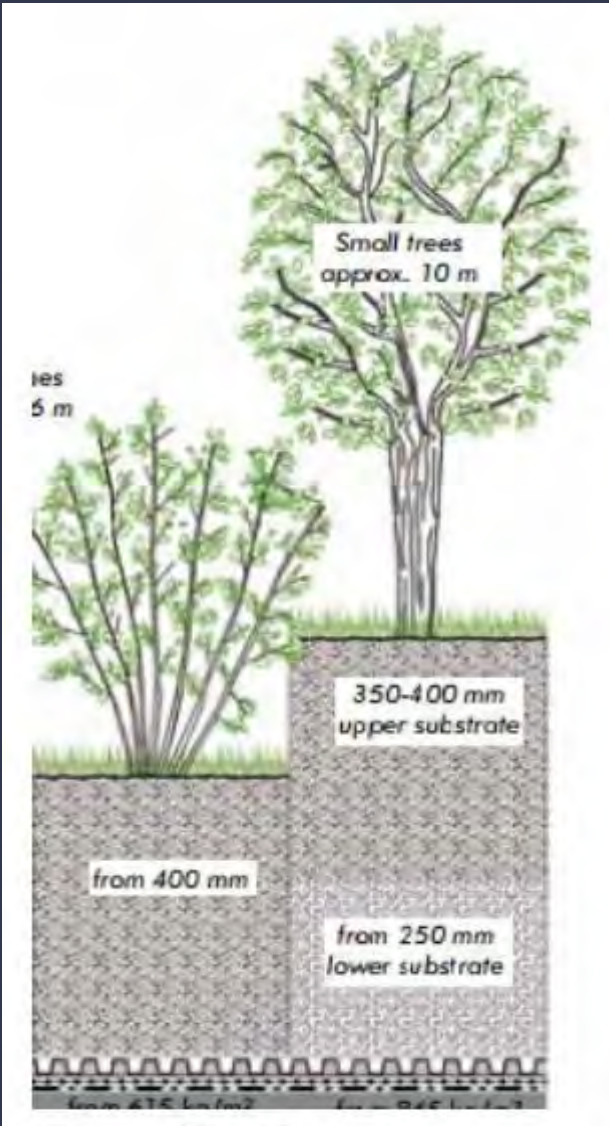
4. TERRAZAS VERDES



BENEFICIOS

- Salud y calidad de vida
- Gestión de aguas pluviales (control de inundaciones)
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Mejora de la calidad del aire
- Valor estético / atractivo visual
- Producción de alimentos
- Espacio adicional (techo intensivo)
- Rendimiento térmico / reducción de temperatura
- Reducción del uso de energía para edificios (calefacción / refrigeración)
- Reducción de ruido / transmisión de sonido
- Provisión de hábitat para las zonas silvestres urbanas

4.a TERRAZAS VERDES INTENSIVAS



Solución elegida en techos que accesibles para fines públicos o recreativos como jardinería, relajación y socialización

- Son sistemas más pesados y complejos
- Requieren un mayor esfuerzo de instalación, mantenimiento y gestión (riego regular y fertilización), lo que genera mayores costos
- Los techos deben ser relativamente planos
- La variedad de plantas es mayor que en las cubiertas verdes extensivas, debido a los requerimientos estéticos y ecológicos. Las plantas son principalmente árboles, arbustos y plantas perennes
- El crecimiento es más rápido por lo que necesita de un suelo más profundo que en las terrazas extensivas

4.b TERRAZAS VERDES EXTENSIVAS



Terraza extensiva. Basel, Suiza (Livingroof.com)

Se establece en techos que no son accesibles y con pendientes pronunciadas

- Son sistemas más básicos y livianos, con un mantenimiento mínimo (riego artificial, fertilización)
- Rendimiento mínimo de 25 l/m² de capacidad de almacenamiento y al menos un 95% de cobertura vegetal después de tres años
- Son menos costosas y requieren un sustrato más fino que los sistemas intensivos
- Las plantas deben ser crecimiento bajo, rápida expansión y de raíces poco profundas como suculentas, hierbas, flores silvestres, pastos y musgos, que puedan sobrevivir sin un suministro adicional de nutrientes
- Toleran mejor diferentes condiciones climáticas (sequía) y fluctuaciones de temperatura.
- La biodiversidad en los techos verdes extensivos es mayor que en los techos intensivos.

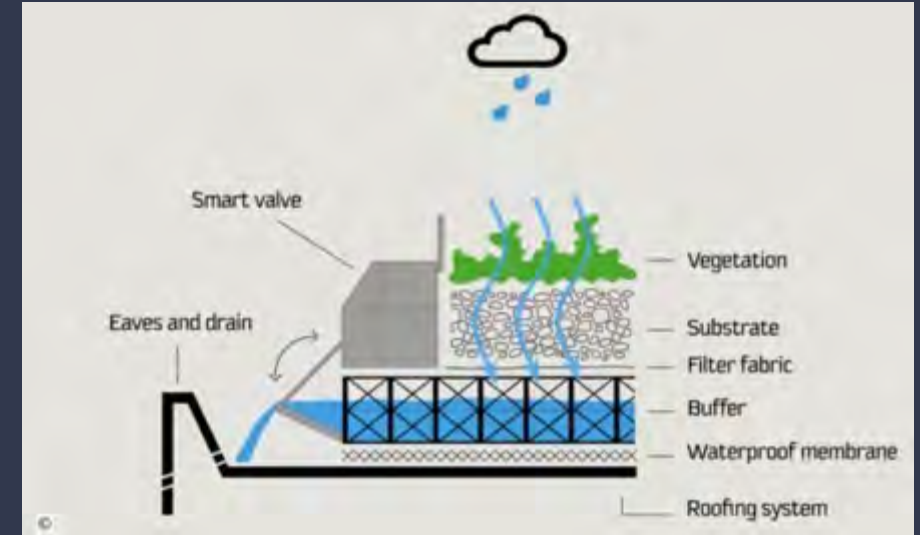
4.b.1 TERRAZAS EXTENSIVAS INTELIGENTES



Terraza inteligente. Amsterdam, Holanda (Smartroof.2.0)



Terraza inteligente. Amsterdam, Holanda (Rainproof)



Terraza inteligente. Amsterdam, Holanda (Metropolder)

La terraza está equipada con un sistema de drenaje debajo de la capa de vegetación, que retiene el agua de lluvia. A través de cilindros capilares de fibra, el agua se devuelve naturalmente a la vegetación durante los períodos secos. Los techos inteligentes capilares permiten una gestión circular del agua ya que no se necesita riego adicional (el 100% del agua de lluvia se puede reutilizar para el riego). En general no son necesarios otros dispositivos técnicos (bombas, tanques, válvulas).

4.b.2 TERRAZAS EXTENSIVAS HÚMEDAS



Condiciones de implementación

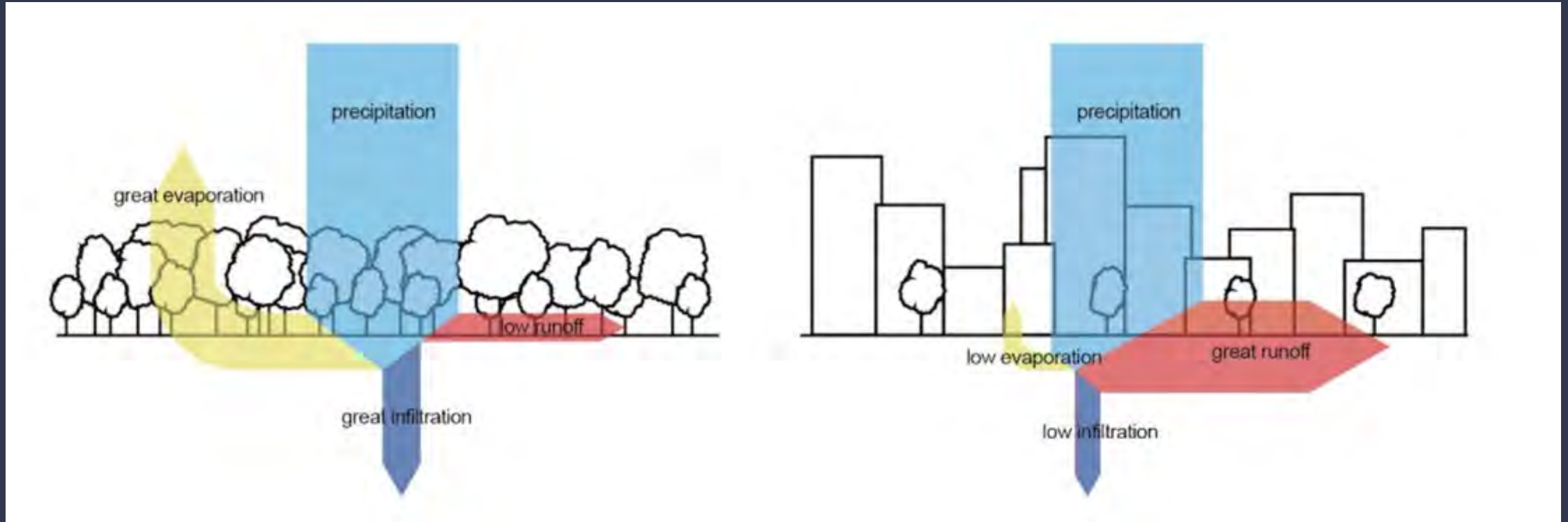
- Superficie /techo impermeabilizante
- Suficiente capacidad de carga del techo
- Gradiente con pendiente a salidas de agua
- Canal de desbordamientos de emergencia

Los techos húmedos poseen esteras pre-cultivadas con vegetación de hoja perenne. Las plantas se riegan con aguas pluviales y residuales para garantizar que la capa superficial permanezca húmeda. Las impurezas del agua se filtran a través de la capa de vegetación y son absorbidas como nutrientes por las plantas. Los techos deben tener una pendiente de moderada a alta para permitir la esorrentía.

- El agua procesada se utiliza para riego o para la descarga de los inodoros.
- Tratamiento de aguas residuales domésticas (efluentes de cocina, baño, lavabo del baño y lavaplatos)
- Requieren dispositivos adicionales: fosa séptica, tanque de entrada, bombas para los lechos, tuberías (afluente y efluente), estanque de infiltración

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
#4.a Terrazas verdes intensivas	X		X	X	X	X	X
#4.b Terrazas verdes extensivas	X		X	X		X	X
4.b Terrazas verdes extensivas inteligentes	X	X	X	X		X	X
4.b Terrazas verdes extensivas húmedas	X		X	X		X	X

5.DISEÑO URBANO SENSIBLE AL AGUA



El ciclo natural del agua se ve afectado en las ciudades en sus tres componentes principales: evapotranspiración, escorrentía e infiltración

5.DISEÑO URBANO SENSIBLE AL AGUA



Las soluciones basadas en la naturaleza forman parte integral de conceptos relacionados con el agua, como el diseño urbano sensible al agua o los sistemas de drenaje sostenibles.

A.DRENAJES SOSTENIBLES

B.CUENCA DE INFILTRACIÓN

C.JARDÍN DE LLUVIA

D.SISTEMAS DE PAVIMENTACIÓN
PERMEABLE

E.ALMACENAMIENTO DE AGUA
SUBTERRÁNEO

F.HUMEDALES

5.a DRENAJES SOSTENIBLES (BIOSWALE)



Oregon, U.S. (ASLA)



Estanque de infiltración (Massachusetts Dep.of Environmental Protection)

Son zanjas lineales con vegetación, de pendiente baja, cuyo objetivo es reducir el riesgo de inundaciones durante y después de lluvias intensas. Los drenajes absorben, almacenan y transportan la escorrentía de agua superficial (principalmente que drena de la acera). También eliminan contaminantes y sedimentos a través de la vegetación y de la capa de suelo. Se recomiendan plantas nativas de raíces profundas.

Algunos canales están equipados con presas o construcciones similares. Si se planifican adecuadamente y se usan plantas nativas, su contribución a la gestión y el control de las aguas pluviales locales es importante

5.a DRENAJES SOSTENIBLES (BIOSWALE)



- Retención y almacenamiento de agua en la vegetación y en la capa de suelo
- Infiltración de agua en el suelo
- Filtrado de contaminantes orgánicos, sedimentos y otras sustancias
- Transporte de agua
- Evapotranspiración
- Control de inundaciones

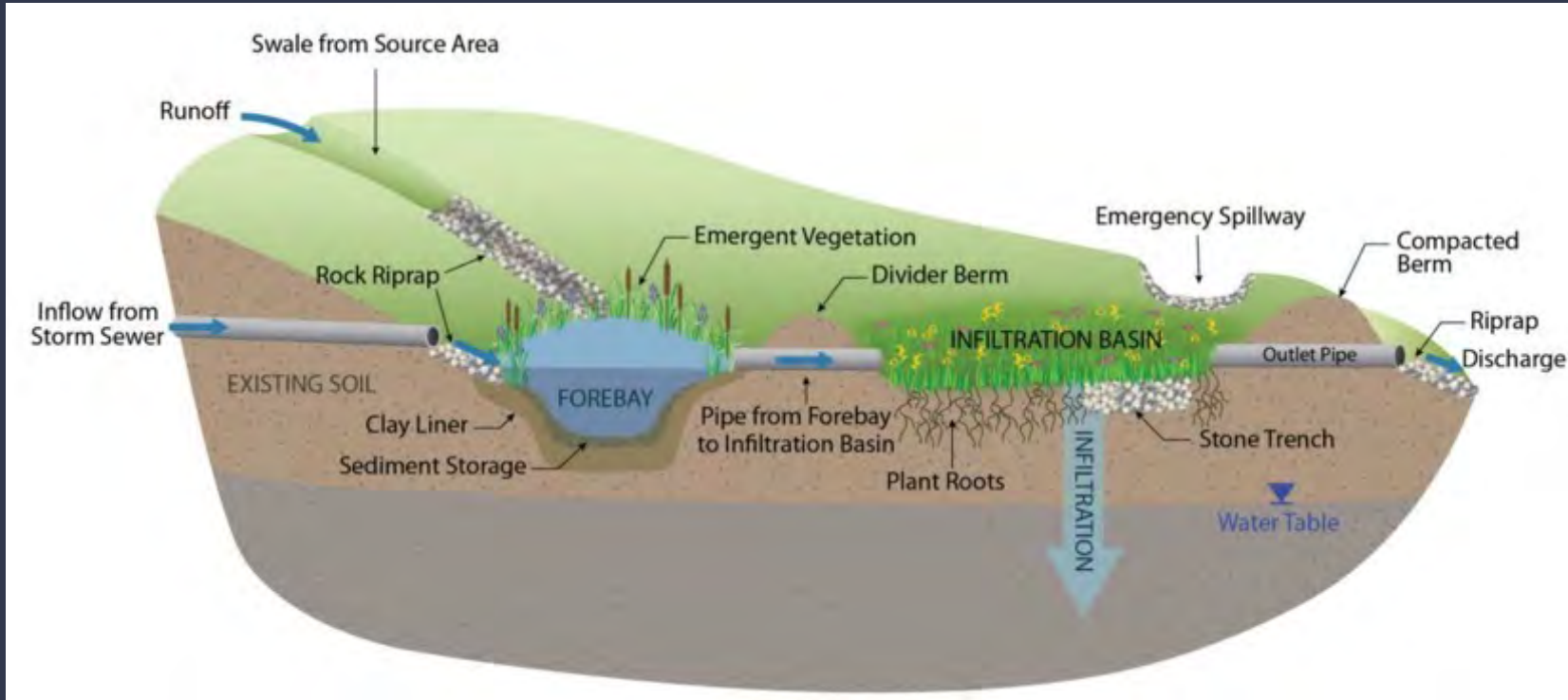
5.a BIOZANJAS



Canal que tiene vegetación y tierra, mantillo o piedras para ralentizar el agua de lluvia y filtrar los contaminantes

- Regulación del microclima
- Provisión de hábitat
- Estético y recreativo
- Salud
- Regulación del ciclo del agua (escorrentía)

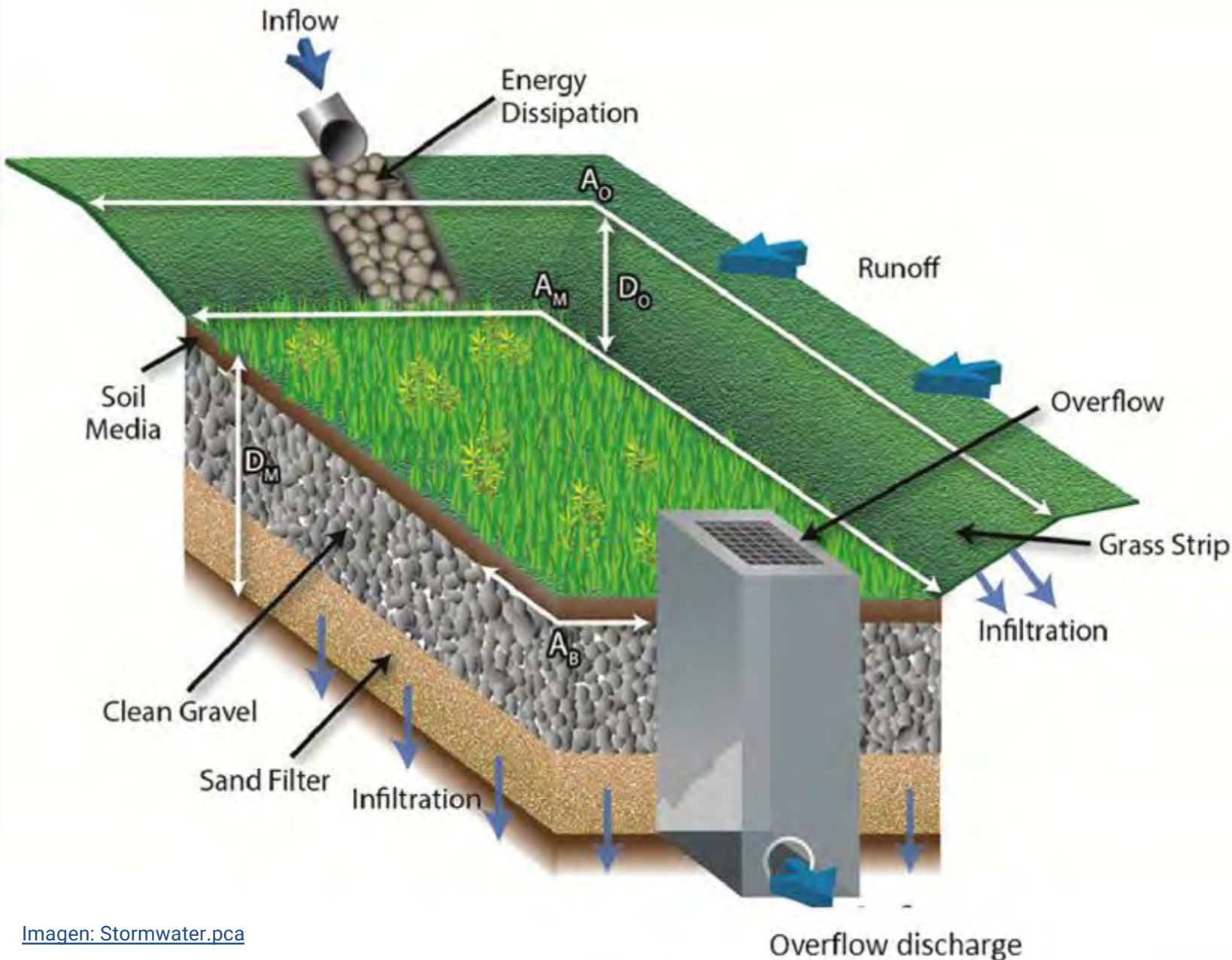
5.b ESTANQUE DE INFILTRACIÓN



- Son simples de construir
- Deben estar situados por debajo del nivel del suelo.
- El estanque debe ser plano
- La hierba debe tener más de 3 pulgadas (en caso contrario no sobrevivirá a las inundaciones)
- Infiltra el 50% del agua dentro de las 24 horas posteriores al llenado

Los estanques de infiltración son áreas planas plantadas con césped y normalmente secas. Después de una fuerte lluvia, el agua llena el estanque y penetra en el suelo.

5.b ESTANQUE DE INFILTRACIÓN



- Retención y almacenamiento de agua en la vegetación y en la capa de suelo
- Infiltración de agua en el suelo
- Mejora de la calidad del agua: filtrado de contaminantes orgánicos, sedimentos y otras sustancias
- Transporte de agua
- Evapotranspiración
- Control de inundaciones

5.b ESTANQUE DE INFILTRACIÓN



Estanque de infiltración (Susdrain)

Secos

El área se inunda cuando llueve. Cuando termina, el agua fluye por el sistema de alcantarillado. Si no hay un evento de fuertes lluvias, los estanques de detención están secos y se usan como áreas verde.



Tampere, Finlandia (Unalab)

Húmedos

Retienen el agua de lluvia continuamente, también durante los períodos secos. El agua puede reutilizarse más tarde para riego.

5.c JARDINES DE LLUVIA

Área para el control
(almacenamiento e infiltración) del
agua a pequeña escala en áreas
urbanas.

Captan la escorrentía de techos, carreteras y otras superficies selladas
El agua se almacena durante un cierto período y se infiltra en el suelo o fluye hacia el sistema de alcantarillado
Las plantas deben ser nativas y se eligen de acuerdo a diferentes funciones (ralentizar, reducir, filtrar y almacenar la escorrentía o aumentar la evapotranspiración)



5.d PAVIMENTOS PERMEABLES

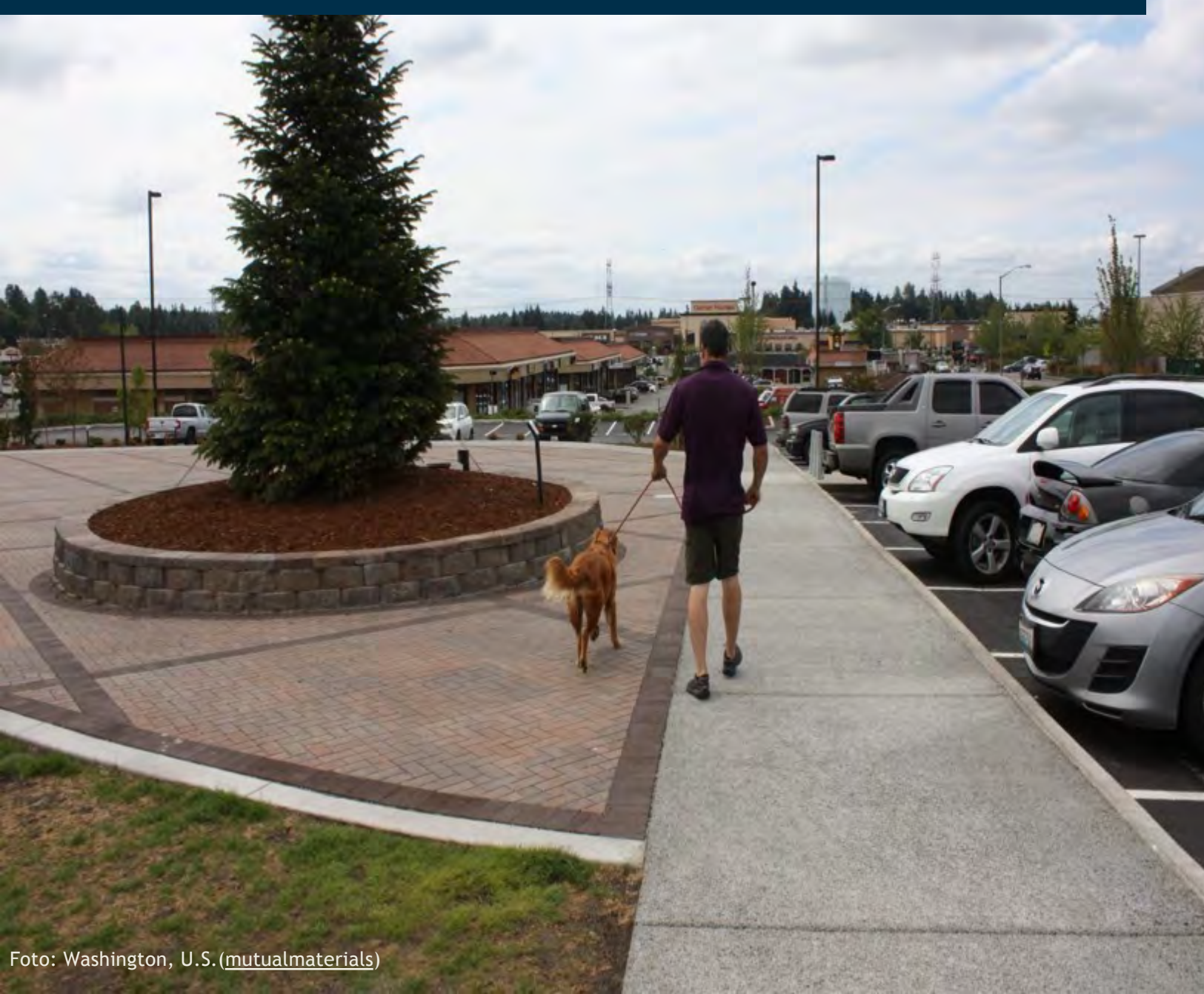


Son superficies pavimentadas que pueden absorber el agua de lluvia y, por lo tanto, minimizar la escorrentía de agua superficial.

Luego de la tormenta el agua se infiltra a través de huecos entre los ladrillos, para luego ser almacenada en la capa de piedra subyacente y finalmente infiltrarse en el suelo o en un sistema de drenaje subterráneo que transporta el agua al sistema de alcantarillado.

Existen diferentes sistemas de pavimentos permeables. Suelen instalarse en aparcamientos, calles residenciales o aceras.

5.d PAVIMENTOS PERMEABLES



- Regulación del agua en espacios normalmente sellados
- Infiltración controlada
- Reduce la escorrentía de tormentas
- Control de inundaciones
- Mejora la calidad del agua
- Mitigan el efecto “isla de calor urbano”

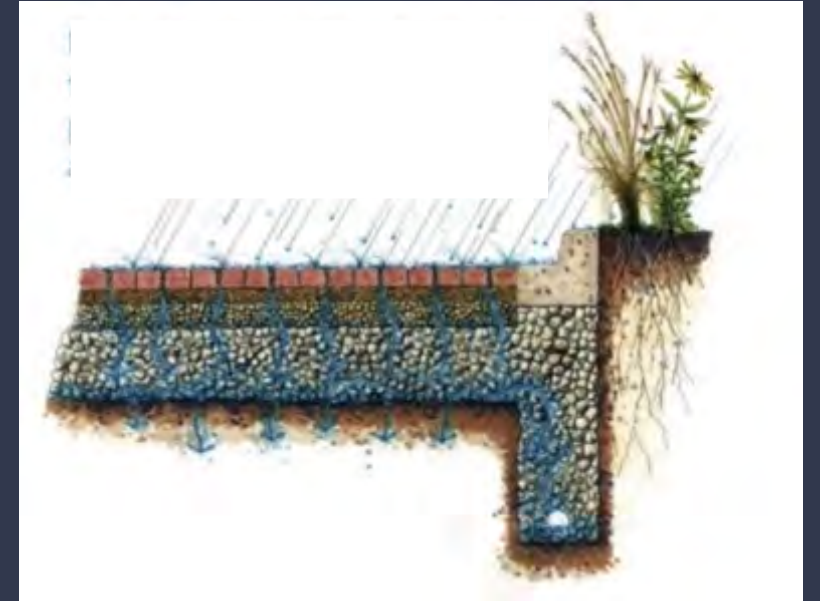
5.d PAVIMENTOS PERMEABLES



Pavimento permeable (Unalab)



Pavimento con vegetación (Immanuel Giel)



Pavimento permeable (Unalab)

Los pavimentos con poros imitan la permeabilidad de los suelos naturales, con su consecuente función de drenaje. El material de relleno entre los ladrillos permite la infiltración de agua a alto nivel.

La permeabilidad varía de acuerdo al tamaño de los poros, el tipo de suelo y la saturación de agua. Su construcción es relativamente simple, los materiales que se utilizan son ladrillos, capa de grava subyacente, capa de drenaje y material de relleno (piedritas o arena).

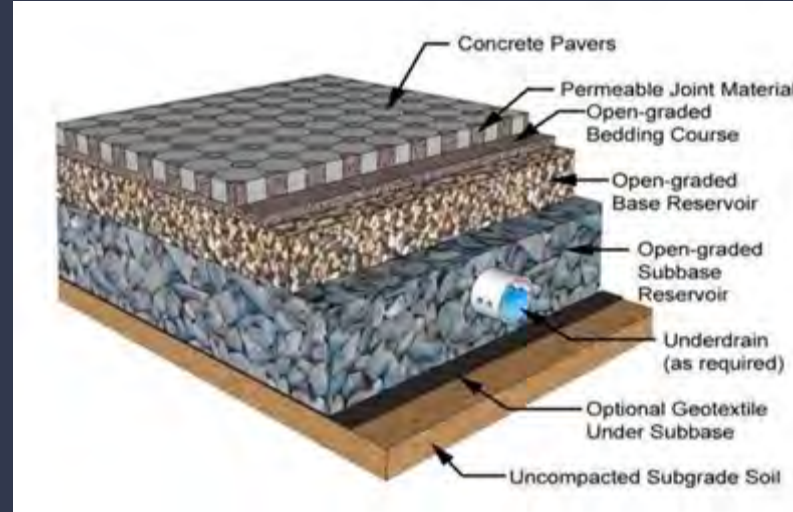
Necesitan de mantenimiento.

Los pavimentos con vegetación consisten en ladrillos de hormigón con huecos o embudos entre los ladrillos individuales. En este caso parte del agua infiltrada es tomada por las plantas.

5.d PAVIMENTOS PERMEABLES



Hormigón permeable (Unalab)



Hormigón permeable ([Publimotos](#))



Hormigón permeable ([Cement.org](#))

El hormigón permeable es una mezcla de cemento con piedras más grandes que permite que el agua pase a través del mismo. Se ve similar al hormigón estándar pero tiene diferente funcionalidad y construcción. Los agujeros en la capa de hormigón permiten la infiltración y drenaje del agua. Genera una superficie dura por lo que puede usarse para calles, carreteras y parkings. Reduce la escorrentía en un 70-90%, y tiene la ventaja de no necesitar espacio adicional, ya que usa el espacio de los coches.

- Cavidad $\geq 15\%$
- Permeabilidad al agua: $k_f > 10^{-3} \text{ m / s}$
- Aspereza: a 4 m de longitud la aspereza no puede ser superior a 1,5 cm
- Paso del agua: 100 l / m² por segundo
- Mejora la calidad del agua (elimina 85-95% de sólidos en suspensión, 65-85% de fósforo, 80-85% de nitrógeno, 30% de nitratos y hasta 98% de metales)

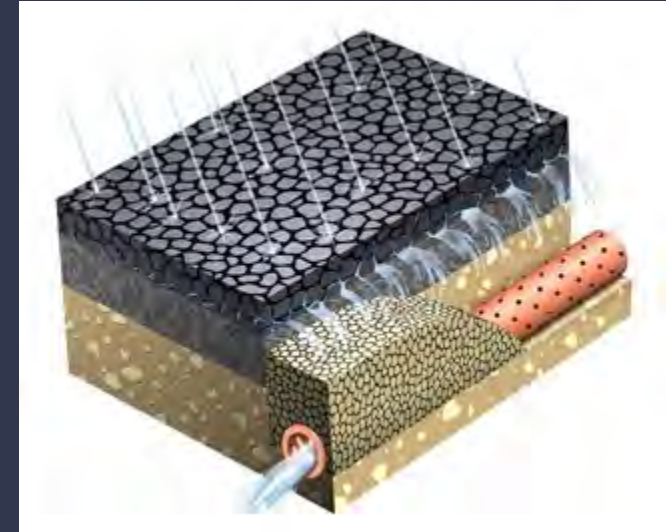
5.d PAVIMENTOS PERMEABLES



Asfalto poroso, San Pablo ([domtotal](#))



Asfalto poroso (Unalab)



Asfalto poroso ([inovacivil](#))

El asfalto poroso tiene funcionalidades similares al del hormigón permeable. La tecnología de construcción es simple y puede hacerse con las máquinas comunes. Está compuesto de piedras más grandes en que el asfalto regular y diferentes ligantes. Cuenta con un lecho subyacente que debe planificarse cuidadosamente para evitar que el nivel del agua suba al asfalto. También genera una superficie dura por lo que puede usarse para calles, carreteras y parkings. Reduce la escorrentía en un 70-90%, y tiene la ventaja de no necesitar espacio adicional, ya que usa el espacio de los coches.

- Cavidad $\geq 15\%$
- Permeabilidad al agua: $k_f > 10^{-3} \text{ m / s}$
- Aspereza: a 4 m de longitud la aspereza no puede ser superior a 1,5 cm
- Paso del agua: 100 l / m² por segundo
- Mejora la calidad del agua (elimina 85-95% de sólidos en suspensión, 65-85% de fósforo, 80-85% de nitrógeno, 30% de nitratos y hasta 98% de metales)

5.d PAVIMENTOS PERMEABLES



Carpeta de piedras porosa (Unalab)



Carpeta de piedras porosa(Unalab)



Vancouver, Canadá ([Mutualmaterials](#))

La carpeta de piedras porosa está compuesta por una resina de dos componentes que aglutina el material y piedras naturales definir la apariencia del mismo. Es de alta permeabilidad y se dimensiona con un lecho de grava subterráneo que produce un filtrado adicional las aguas pluviales.

Puede usarse para aparcamientos, parques, espacios públicos, carril bici y jardines privados.

Es resistente a las heladas y al desgaste y tiene alta resistencia química y mecánica.

Su funcionalidad es similar a la del concreto y el asfalto permeables, pero se suma el valor estético, ya que se puede personalizar con diferentes piedras. Es fácil de aplicar y puede permitir el paso de 600-1000 l/m² por minuto.

5. e ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA



Sistemas subterráneos debajo de espacios públicos abiertos (como campos deportivos), compuestos por elementos modulares para retener las inundaciones repentinas y almacenar agua para riego en las cercanías.

- Control de inundaciones
- Almacenamiento de agua

5.f HUMEDALES CONSTRUIDOS URBANOS



Imagen: (The applied ecologist)

Su objetivo principal es recolectar, tratar y almacenar la escorrentía de aguas pluviales/grises en áreas urbanas. La vegetación elegida, el suelo y la actividad microbiológica juegan un papel importante en el proceso de filtrado.

La capa de sustrato se planta con vegetación/plantas acuáticas. Los humedales contruidos tienen una entrada (tubería) para la escorrentía de aguas pluviales

El agua fluye a través del humedal mientras se filtra y limpia de forma natural

Los procesos realizados por microorganismos y plantas son: sedimentación de partículas, filtración, transformación química, adsorción + intercambio iónico, absorción / descomposición / transformación de contaminantes y nutrientes

5. f HUMEDALES CONSTRUIDOS URBANOS



La escorrentía de aguas pluviales puede fluir sobre o a través de la capa de sustrato

- 1) horizontalmente sobre la superficie del suelo o
- 2) horizontalmente debajo de la superficie del suelo a través de la capa de sustrato o
- 3) verticalmente

El humedal está equipado con una salida (tubería, vertedero) para lograr una descarga de agua controlada. El agua purificada fluye a otro estanque donde se almacena. El agua de lluvia tratada se puede utilizar para diferentes propósitos, por ejemplo, para riego de áreas verdes

5.f HUMEDALES CONSTRUIDOS URBANOS



- Regulación del suministro de agua
- Control de temperatura del agua
- Mejora de la calidad del agua
- Almacenamiento de agua
- Control / mitigación de inundaciones

- Hábitat para la vida silvestre / biodiversidad
- Recreación (observación de aves)
- Valor estético

LIMITACIONES

- Se necesita de un gran espacio disponible



5. e BIOFILTROS



Los biofiltros se desarrollan para recolectar y purificar aguas pluviales y residuales.

Las bacterias y los microorganismos se encuentran en un medio de filtrado (biopelícula), que a menudo consiste en arena o carbón activado granular.

Los biofiltros separan y eliminan nutrientes y componentes orgánicos de las aguas residuales/aguas pluviales mediante la biodegradación.

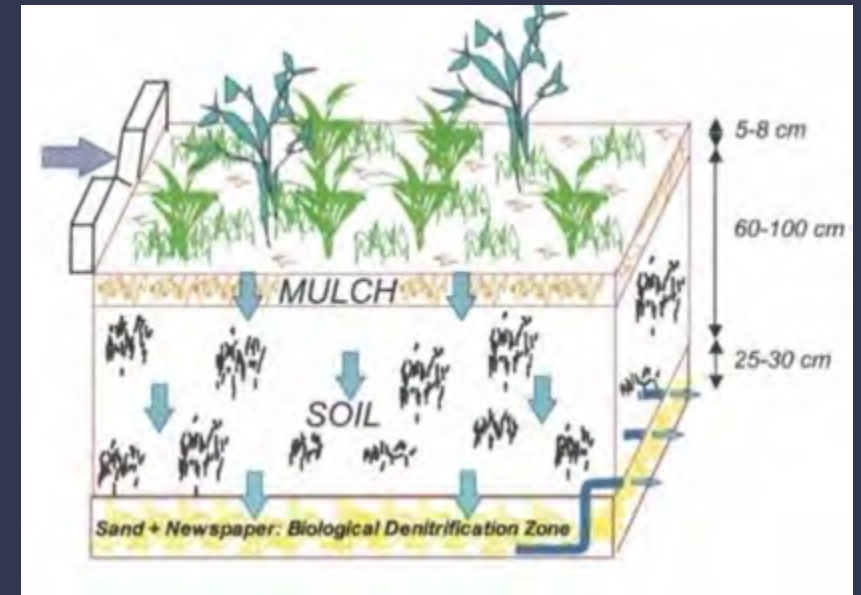
La biofiltración mejora la calidad de las aguas residuales y pluviales (reducción de nutrientes, metales, sedimentos) y al mismo tiempo, recoge y almacena las aguas pluviales.

5. e BIOFILTROS



Biofiltro (Monash University)

- Purificación de aguas pluviales y residuales
- Regulación/gestión de aguas pluviales
- Aumenta la calidad de vida (reducción de olores)
- Hábitat para la vida silvestre



Innovative bioretention process (Davis et al. 2009)



Waterfall biofilter (Koiphen)

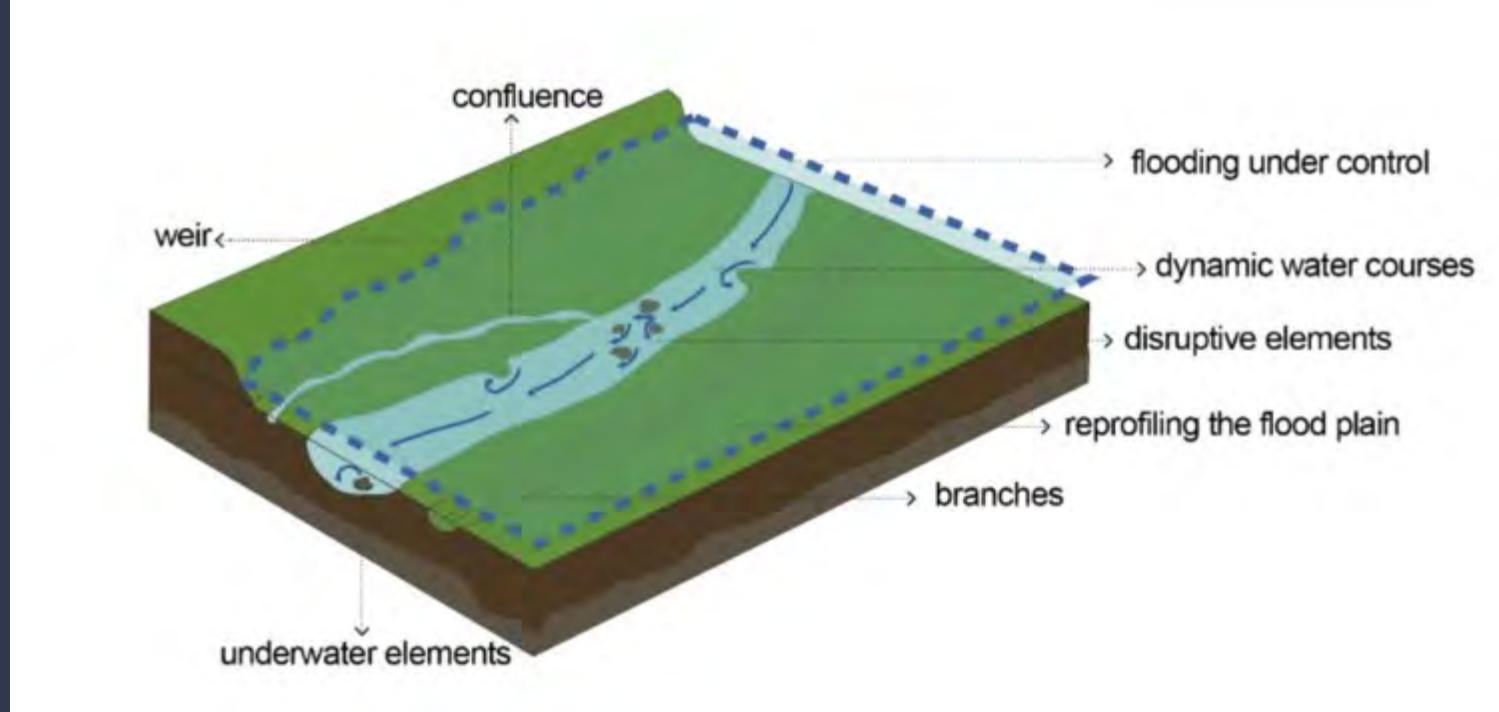
FUNCIONALIDAD

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
#5.a Drenajes sostenibles	X		X				X
#5.b Estanque de infiltración	X	X	X				X
#5.c Jardines de lluvia	X	X	X				X
#5.d. Pavimentos permeables	X	X	X				
#5.e Almacenamiento de agua subterránea	X	X	X				
#5.f Humedales artificiales urbanos	X	X	X				X
#5.e Biofiltros	X	X	X			X	

6. RESTAURACIÓN DE RÍOS

Es el restablecimiento de procesos físicos naturales (por ejemplo, variación de flujo y movimiento de sedimentos), características (por ejemplo, tamaño de sedimentos y forma del río) y hábitats físicos de un sistema fluvial (incluidas áreas sumergidas, de riberas y llanuras aluviales) ".
UICN .The River Restoration Center

6. RESTAURACIÓN DE RÍOS



Esquema de diferentes medidas de restauración (ILPOE, 2018)

El objetivo principal es diseñar ríos con un estado más cercano al natural, logrando que los canales re-establecidos cumplan nuevamente funciones importantes para el medio ambiente y la salud pública.

Luego de la restauración, los ríos se caracterizan por tener cursos de agua dinámicos y movimiento de sedimentos. Algunas de las funciones son la regulación de aguas pluviales, la reducción del riesgo de inundaciones, la provisión de hábitat para la biodiversidad y de espacio público para recreación. Las medidas de restauración son diversas y modifican diferentes partes del río, como el lecho del mismo, la ribera o las llanuras aluviales. Las intervenciones pueden ser tanto a pequeña como a gran escala.

6. a RECUPERACIÓN DE CURSOS ENTERRADOS

Apertura de cursos de agua cubiertos / enterrados (ríos, sistemas de drenaje) mediante la eliminación de capas de hormigón.

La recuperación de cursos enterrados aumenta la capacidad de almacenamiento del canal y resulta en el desarrollo natural del lecho del río y la zona ribereña

- Gestión de aguas pluviales e inundaciones
- Beneficios para los organismos acuáticos (acceso a luz)
- Mejora de la calidad del hábitat para la flora y fauna que frecuenta los bancos
- Permite procesos naturales (erosión y deposición)
- Valor estético y recreativo

6. b REPERFILADO. AMPLIACIÓN DE LA LLANURA PLUVIAL

Permitir que el río inunde su llanura aluvial.

Proporcionar espacio de inundación adicional mediante la excavación del lecho lateral del río.



Creación de bancos relativamente planos y accesibles.

El nuevo espacio creado se puede utilizar para fines públicos o agrícolas durante los niveles bajos de agua

- Control de inundaciones
- Almacenamiento de agua
- Transporte de agua
- Mejora del hábitat para la vida silvestre y la vegetación
- Recreación humana
- Conflicto entre el uso recreativo y los servicios ecosistémicos

6. c CREACIÓN DE NUEVOS RAMALES

Se crea un nuevo ramal que se caracteriza por llanuras aluviales relativamente planas, generando nuevos espacios para el desarrollo natural.

Las nuevos bancos deben ser relativamente planos y accesibles. La división y conexión de la nueva rama a la corriente principal depende del proyecto y los planificadores deben tener en cuenta la profundidad del agua y el caudal mínimo.

- Control de inundaciones
- Mejora del hábitat para la vida silvestre y la vegetación
- Recreación humana
- Conflicto en el uso de la nueva área (recreativo vs servicios ecosistémicos)

6. d AMPLIACIÓN DE RAMALES (ancho y largo)

Es una remodelación estructural, ya que las medidas conducen a procesos de variación del flujo y desplazamiento de sedimentos

El ensanchamiento o la extensión del canal da como resultado una reducción en la velocidad del flujo del agua y en los bancos de arena/grava. Se debe reubicar banco para permitir el ensanchamiento del canal

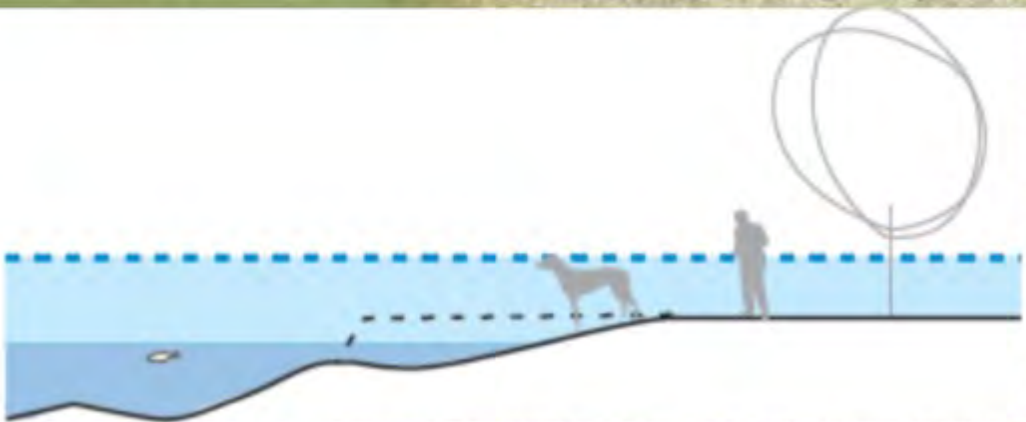
La extensión de longitud se da a través de elementos que alteran la corriente. El resultado es un curso curvo con una longitud aumentada

- Mayor capacidad de descarga de agua de inundación
- Reducción del riesgo de inundaciones
- Mejora del hábitat para la vida silvestre y la vegetación



6. e REPERFILADO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL

La ampliación de la llanura de inundación, resulta en el desplazamiento del sustrato dentro del río, generando áreas con diferentes velocidades.



Como resultado se acumulan sedimentos de diferentes tamaños (arena, grava, piedras) en el lecho del río.

- Mayor capacidad de descarga de agua de inundación
- Reducción del riesgo de inundaciones
- Mejora del hábitat para la vida silvestre y la vegetación

6. f ELEMENTOS DE DEFLEXIÓN Y DESVÍO

Se colocan elementos disruptivos en el lecho de un río con el objetivo de redirigir, perturbar y desviar la corriente, iniciando la dinámica del agua.

Los elementos (rocas, troncos, ramas de sauce) se pueden colocar cerca de la orilla o en el medio del río, según el efecto deseado (desviar y redirigir la corriente, erosión unilateral de la orilla, acumulación de sedimentos)

Las medidas conducen a procesos de variación del flujo y desplazamiento de sedimentos, influyendo en el desarrollo del canal (longitud y profundidad)

- Variación del flujo de sedimentos
- Mejora del hábitat para la vida silvestre y la vegetación
- Generación de nuevas áreas de recreación

6. g REVESTIMIENTO VIVO

Se plantan plantas / árboles a lo largo de la orilla del río para estabilizar la orilla del río y así evitar y detener la erosión.

Se usan revestimientos de sauce vivo (adecuados para canales grandes) u otras plantas y piedras

- Protección contra la erosión
- Filtrado de agua
- Gestión de aguas pluviales
- Provisión de hábitat (flora y fauna)
- Valor estético / recreativo

FUNCIONALIDAD

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
#6.a Recuperación de cursos enterrados	X		X				X
#6.b Ampliación/ Reperfilado de la llanura pluvial	X						X
#6.c Creación de nuevos ramales	X						X
#6.d. Ampliación de ramales existentes	X						X
#6.e Reperfilado de la sección transversal del canal	X						X
#6.f Elementos de deflexión y desvío	X						X
#6.g Revestimiento vivo	X		X				X

7. OTRAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

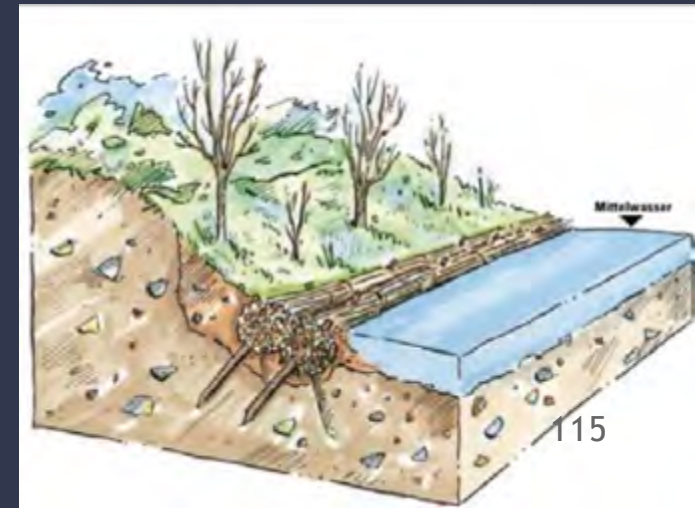


7.a PROTECCIÓN DE LADERAS

Protección de bancos de agua y estabilización de laderas con paquetes de madera de enraizamiento rápido

El enraizamiento de las ramas provee estabilización adicional y reduce el riesgo de erosión
Los arbustos crecen en el paquete de protección y apoyan la estabilidad del banco o ladera

- Protección de laderas y riberas de ríos
- Provisión de hábitat



7.b REVESTIMIENTO CON ESQUEJES

Construcción de una cobertura compuesta por sauce (capaz de enraizar) y matorral (capaz de no enraizar)

Su construcción es simple y su instalación rápida. Puede combinarse con el uso de maderas

- Ralentiza la velocidad el agua
- Promueve la sedimentación
- Protección de laderas y riberas de ríos contra la erosión (viento, agua)
- Provisión de hábitat



7.c REVESTIMIENTO CON PLANTAS

Revestimiento de laderas con mallas de fibra de coco o
yute junto a la siembra de plantas, árboles y
matorrales locales

Su construcción es simple y su
instalación rápida. Puede
combinarse con el uso de maderas

BENEFICIOS

- Ralentiza la velocidad el agua
- Promueve la sedimentación
- Protección de laderas y riberas de ríos contra la erosión (viento, agua)
- Provisión de hábitat



FUNCIONALIDAD

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
#7.a Protección de laderas	X						X
#7.b Revestimiento con esquejes	X						X
#7.c Revestimiento con plantas	X						X
#8. Biofiltro	X		X			X	

#7b Otras soluciones para mejorar el balance hídrico de Terrassa

ASIGNACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS (METODOLOGÍA DE LA OECD)

Metodología basada en un estudio inicial exhaustivo de las necesidades y el uso reales de los recursos hídricos, que desarrolla regímenes de asignación de agua que consisten en una combinación de políticas, leyes y mecanismos para gestionar el riesgo de escasez y ayudar a asignar recursos entre usos en competencia.

CAMBIO DEL SISTEMA DE TARIFAS DEL AGUA

La modificación de las tarifas repercute en los hábitos y genera cambios en la cultura del uso de agua.

REUTILIZACIÓN DE AGUA DE PLANTAS DEPURADORAS

Reutilización de agua para riego de áreas verdes urbanas y con fines industriales.

MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Cambios en el proceso de potabilización para mejorar el gusto del agua y reducir el alto consumo de agua embotellada.



RECOLECCIÓN DE AGUA DE LLUVIA

El acopio de agua de lluvia en tanques puede aplicarse para el consumo doméstico e industrial

PROSUMIDORES DE AGUA

Si se implementa la captación de agua de lluvia, los consumidores pueden insertar a la red el excedente de su captación de agua de lluvia, convirtiéndose en productores y consumidores

REUSO DE AGUAS PLUVIALES

Recolección y tratamiento aguas pluviales en los edificios y reuso de la misma para satisfacer las necesidades no potables (puede ahorrar hasta el 80% de las descargas de los inodoros*)

REMODELACIÓN

Cambio de artefactos de baños y cocinas por otros más eficientes (puede ahorrarse hasta un 75% del consumo en edificios públicos)



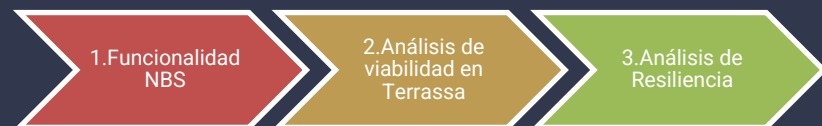
FUNCIONALIDAD

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	 Inundaciones	 Escasez de agua	 Contaminación de agua / aire	 Estrés térmico	 Crecimiento de la población	 Salud	 Biodiversidad y pérdida de hábitat
Asignación de recursos hídricos		X					
Cambio del sistema tarifario del agua		X					
Reutilización del agua de EDARs		X	X				
Recolección del agua de lluvia	X	X			X		X
Prosumidores de agua	X	X			X		
Reuso de aguas pluviales		X	X		X		
Remodelación		X					

#7c Pre-análisis viabilidad NBS



ESCENARIOS



1. Estudio de la funcionalidad de cada NBS según el manual UNALAB*

- Control de inundaciones
- Escasez de agua
- Contaminación agua/aire
- Estrés térmico
- Crecimiento de la población
- Salud humana
- Biodiversidad y pérdida de hábitat

2. Análisis de la viabilidad de cada NBS en Terrassa

- Técnica
- Económica
- Política
- Cultural

3. Análisis de resiliencia de cada NBS en 3 escenarios climáticos*

- Business as usual
- Sequía extrema
- Emergencia por sequía

* También se incluirán en el análisis otras soluciones



BUSINESS AS USUAL (BAU)

Disponibilidad hídrica suficiente (reducción del 10/15%)

Irregularidad y reducción del 4% en precipitaciones, mayor necesidad de riego por el aumento de temperatura)

+Fenómenos extremos



SEQUÍA EXTREMA

50% de las necesidades hídricas están cubiertas
Seguridad alimentaria comprometida (-12/-15% producción)

Necesidad de protocolos claros de acción

++Fenómenos extremos



EMERGENCIA POR SEQUÍA

30% de las necesidades hídricas están cubiertas
Períodos de sequía de 2 a 4 años

Seguridad alimentaria ultra comprometida (-50% producción)

++++Fenómenos extremos

Análisis de soluciones

Viabilidad técnica, económica, política y cultural

+

Test de resiliencia en 3 escenarios



Recomendable



Necesita más análisis



No Recomendable

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

ANÁLISIS DE RESILIENCIA

	 Técnico	 Económico	 Político	 Cultural			
					 BAU	 Sequía extrema	 Sequía de emergencia
	#1. Árboles (todas las soluciones)	✓	✓	✓	✓	✗	✗
	#2.a Parques	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	#2.b Corredores verdes	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	#3. Fachadas y paredes (todas las soluciones)	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	#4. Terrazas verdes (todas las soluciones)	✓	✓	✓	✓	✓	✗

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

				
NATURE-BASED SOLUTIONS	Técnico	Económico	Político	Cultural
#5.a Drenajes sostenibles				
#5.b Estanque de infiltración				
#5.c Jardines de lluvia				
#5.d. Pavimentos permeables				
#5.e Almacenamiento de agua subterránea				
#5.f Humedales artificiales urbanos				
#5.e Biofiltros				

ANÁLISIS DE RESILIENCIA

 BAU	 Sequía extrema	 Sequía de emergencia
✓	✓	✗
✓	✓	✗
✓	✓	✗
✓	✓	✗
✓	✓	✗
✓	✓	✗
✓	✓	✗

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

ANÁLISIS DE RESILIENCIA

	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD					ANÁLISIS DE RESILIENCIA		
	 Técnico	 Económico	 Político	 Cultural		 BAU	 Sequía extrema	 Sequía de emergencia
#6.a Recuperación de cursos enterrados	●	●	✓	✓		✓	✓	✗
#6.b Ampliación/Reperfilado de la llanura pluvial	●	●	✓	✓		✓	✓	✓
#6.c Creación de nuevos ramales	●	●	✓	✓		✓	✓	✗
#6.d. Ampliación de ramales existentes	●	●	✓	✓		✓	✓	✓
#6.e Reperfilado de la sección transversal del canal	●	●	✓	✓		✓	✓	✓
#6.f Elementos de deflexión y desvío	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✗
#6.g Revestimiento vivo	●	✓	✓	✓		✓	✓	✓

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

ANÁLISIS DE RESILIENCIA

	 Técnico	 Económico	 Político	 Cultural			
					 BAU	 Sequía extrema	 Sequía de emergencia
	#7.a Protección de laderas	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	#7.b Revestimiento con esquejes	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	#7.c Revestimiento con plantas	✓	✓	✓	✓	✓	✗
#3. Fachadas y paredes (todas las soluciones)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
#4. Terrazas verdes (todas las soluciones)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

	 Técnico	 Económico	 Político	 Cultural
Asignación de recursos hídricos	✓	✓	●	✓
Cambio del sistema tarifario del agua	✓	●	●	●
Reutilización del agua de EDARs	●	●	✓	✓
Mejora de la calidad del agua	✓	✓	✓	✓
Recolección del agua de lluvia	✓	✓	✓	✓
Prosumidores de agua	✗	●	●	✓
Reuso de aguas pluviales	✓	✓	✓	●
Remodelación	✓	●	✓	●

ANÁLISIS DE RESILIENCIA

 BAU	 Sequía extrema	 Sequía de emergencia
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✗
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓

#CASOS DE ESTUDIO

- Barcelona
- Madrid
- Estocolmo
- Copenhagen

Barcelona (2019)

Pla Director Integral de Sanejament



- Objetivos: gestionar el riesgo de inundaciones, aumentar la captación de agua pluvial para tener agua disponible para la ciudad, adaptación a la emergencia climática y mejora de la resiliencia urbana. Mejorar la permeabilidad del suelo urbano y la canalización de aguas de tormenta.
- Reducir la vulnerabilidad del medio urbano y para proteger las personas, los bienes y el medio ambiente.
- Presupuesto de 1.400 millones de euros
- Reducir de 100 millones a 20 millones anuales el coste de los daños ocasionados por futuras inundaciones

Barcelona (2019)

Pla Director Integral de Sanejament



- Facilitar el drenaje, reducir la escorrentía y el volumen de agua vertida al mar sin cumplir los criterios medioambientales
- Renovación del alcantarillado, + 200 kilómetros nuevos
- 180 hectáreas de Soluciones basadas en la Naturaleza
 - Zanjas drenantes
 - Balsas de laminación
 - Terrazas verdes
 - Superficies permeables
 - Lagunas

MADRID

IMPLANTACIÓN DE SUDS

PARQUE DE GOMEZNARRO(2003)



- 343.589 €, 3 meses
- Rehabilitación e implantación de SUDS en un parque de 10.000 m²
- Desaparición de procesos de escorrentía y erosión
- No más encharcamientos ni inundaciones en la zona de las viviendas, por lo que han desaparecido las humedades.

MADRID

IMPLANTACIÓN DE SUDS

PARQUE DE GOMEZNARRO(2003)



- Mejor integración paisajística y medioambiental
- Incremento del valor paisajístico del barrio.
- Reducción de la temperatura ambiental y mejora de la calidad atmosférica.
- La frecuencia y duración de las visitas por parte de los usuarios ha aumentado.
- Disminución de los actos vandálicos en el parque.
- Se evita contaminar y aportar a la red general una cantidad aproximada de 5.000.000 de litros/año, lo que conlleva una reducción de los costes de depuración

STOCKHOLM ROYAL SEAPORT (2000-2030)



- 12.000 nuevos hogares, 35.000 espacios de trabajo
- 236 ha, 2,2 billones de euros
- Distrito modelo de desarrollo sostenible y laboratorio de innovación, 5 ejes:
 - Ciudad dinámica
 - Uso eficiente de recursos y responsabilidad climática
 - Consulta y coparticipación ciudadana
 - Accesibilidad y proximidad
 - Dejar que la naturaleza haga su trabajo (Soluciones basadas en la Naturaleza)

STOCKHOLM ROYAL SEAPORT (2000-2030)



- El 100% de los residentes tiene un parque a menos de 200 metros
- Green Space Index (GSI) como requerimiento para nuevas construcciones. Calcula el índice de espacios verdes con servicios ecosistémicos
- Implementación de SUDs para retención y manejo del agua de tormentas
- 22,500m² de terrazas verdes
- 34,100m² patios verdes
- 3,250m² de jardines de lluvia en el espacio público
- 42,500m² de nuevos parques

Copenhagen (2012) Cloudburst Management Plan

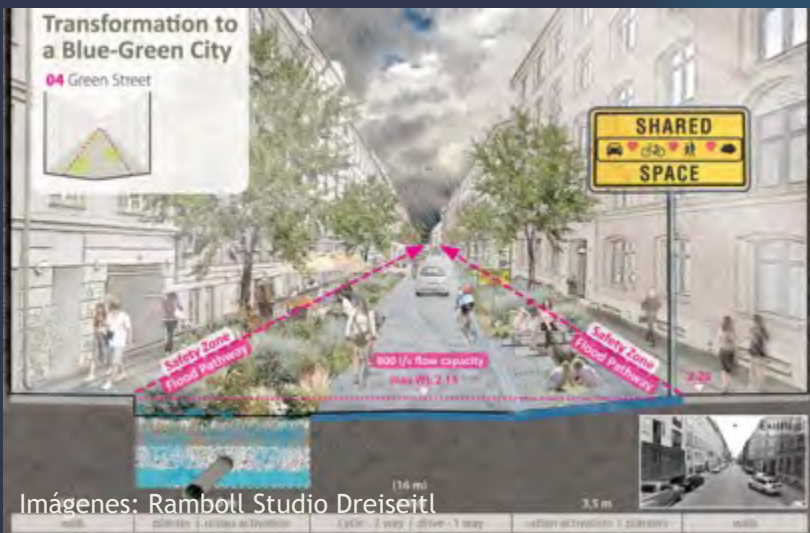


- Objetivos: reducir riesgos, manejo y conducción del agua de tormenta, aumentar la adaptación al cambio climático y la resiliencia de la ciudad
- 2 eventos de inundaciones extremas en 2010 y 2011
- Jul 2011 (150 mm) de lluvia en toda la ciudad en dos horas
- 90.000 reportes a las compañías de seguros con daños por 918 millones de euros
- Se desarrollaron dos variaciones del plan maestro para evaluar las posibles ventajas y desventajas: la opción 1 convencional y la opción 2 azul-verde
- El efecto del cambio climático es tan grande, que el costo de no hacer nada ascendería aproximadamente a 55-80 millones de euros anuales desde hoy hasta el año 2110

Copenhagen (2012) Cloudburst Management Plan



- Inversión de 1,500 millones de euros
- Plan de infraestructura azul-verde a gran escala combinadas con túneles de drenaje
- Trabaja sobre 8 cuencas hidrográficas centrales de la ciudad que abarcan un área total de 34 km²
- 300 proyectos de Soluciones basadas en la Naturaleza a ser desarrollados en 20 años (SUDs, terrazas y paredes verdes, pavimentos permeables, estanques de infiltración)



Conclusiones

El estudio realizado contempla:

MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN

Cambio climático

- Nivel Global
- Cuenca Mediterránea
- Impacto y riesgo urbano

Marco legal

- BOE
- Ley de Infraestructura Verde

Soluciones basadas en la naturaleza

- Descripción
- Funcionalidad
- Análisis de otras soluciones
- Casos de estudio (Barcelona, Madrid, Estocolmo y Copenhague)

APLICACIÓN AL TERRITORIO

Balance hídrico de Terrassa

- Consumo doméstico, municipal e industrial
- Huella hídrica

Aplicación al territorio y análisis de viabilidad

- Viabilidad 4D (técnica, económica, política y social)
- Análisis de resiliencia (3 escenarios)

A partir del análisis anterior se concluye que es necesaria la elaboración de un plan integral con los siguientes objetivos:

- Adaptación al cambio climático
- Manejo de las inundaciones
- Disminución de la escorrentía
- Reducción de riesgos
- Reducción de la huella hídrica y aumento de la disponibilidad de agua
- Aumento de la resiliencia
- Promoción y reparación de la biodiversidad
- Disminución de la contaminación y de huella de carbono

Las soluciones basadas en la naturaleza (NBS) tienen la capacidad de cumplir estas funciones, además de proveer servicios ecosistémicos y de tener un impacto social positivo. Asimismo, son promovidas por el BOE PCM/735/202.

El pre-análisis de factibilidad realizado en Terrassa recomienda:

- La renaturalización de algunas de las Rieras, como la Riera de Palau y de Las Arenas
- La aplicación de soluciones basadas en la naturaleza para la gestión de la escorrentía, el aumento de la disponibilidad hídrica) y la provisión de servicios ecosistémicos (culturales, de regulación y de abastecimiento). Ver apartado 7c para soluciones específicas.
- Reducir la fragmentación del territorio a través de soluciones basadas en la naturaleza, reforzando la conectividad ecológica de la Anella Verda entre el Parque Natural de Sant Llorenç y Serra de l'Obac con el Parque Natural de la Sierra de Collserola. Ver apartado 7c para soluciones específicas.

Pasos a seguir

Creación de un plan integral de infraestructura azul y verde, que incluya:



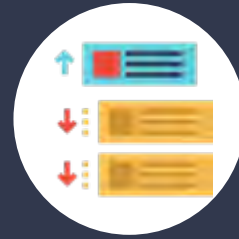
Identificación
y clasificación
de áreas de
acuerdo al
riesgo de
inundación



Determinación
de potenciales
corredores
verdes



Mapeo de
soluciones en
el territorio de
Terrassa



Ranqueo de
las soluciones
de acuerdo a
su
contribución
con los
objetivos del
plan



Identificación
de
"Aplicaciones
Clave"
(aquellas
soluciones
con mayor
impacto)



Valoración
económica,
social,
ambiental y
técnica de las
soluciones

Creación de un plan integral de infraestructura azul y verde, que incluya (continuación):



Involucramiento
de la comunidad y
de los diferentes
actores



Diseño de las
soluciones a
“escala
humana”



Ejecución en
el territorio



Aprendizaje,
feedback y
mejora
continua

Referencias

Click en las imágenes para acceder al material



Reporte IPCC



Cambio climático y ambiental en la Cuenca del Mediterráneo



BOEPCM/735/2021



Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas



Manual Unalab



Hydric territorial footprint, Case studies of Lleida and Terrassa. Carmona, Laterrade y Rodríguez, 2020



Pla Director Integral de Sanejament de la Ciutat de Barcelona (PDISBA)



Copenhaguen Cloudburst Management Plan



Stockholm Royal Seaport