

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN EL MEDIO RURAL

16 al 18 de junio de 2026 ORCERA



Universidad
de Jaén



CENTRO DE FORMACIÓN
e INNOVACIÓN DOCENTE

formacion.ujaen.es/cursosdesarrolloterritorial

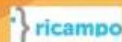
La UJA en Orcera

Cursos de desarrollo territorial

Actividad subvencionada por la
Diputación Provincial de Jaén



Colaboradores:



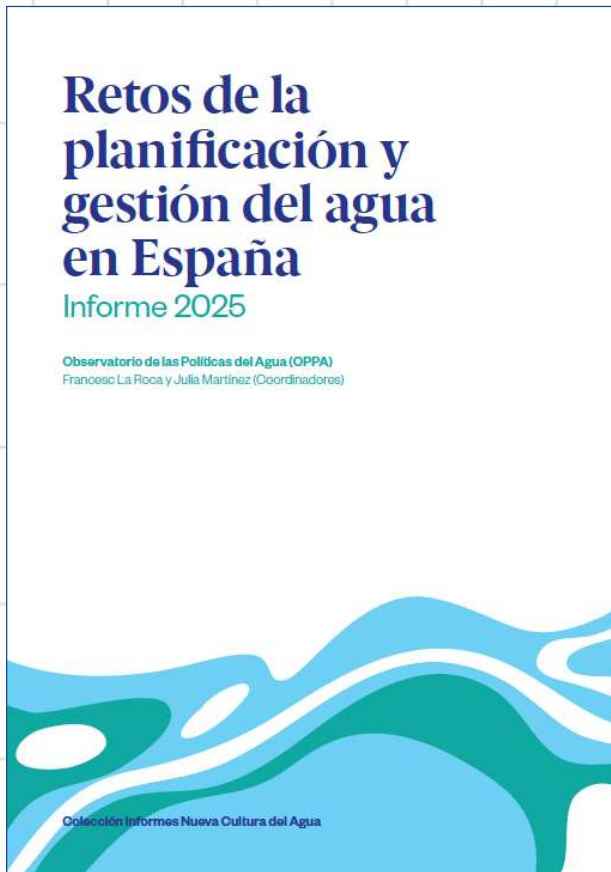
Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), herramientas útiles en la gestión sostenible del agua

Gema Parra Anguita
Universidad de Jaén

CONTEXTO:

Observatorio de las Políticas del Agua (OPPA)

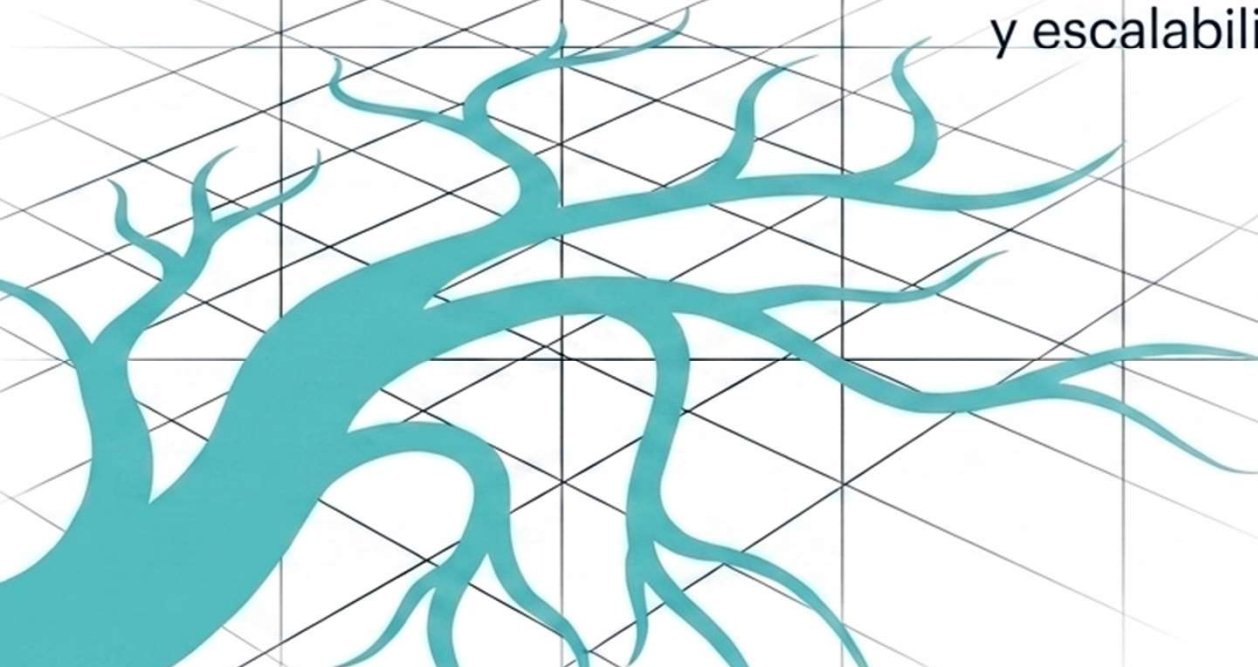
Informe 2025



- ✓ Analiza el cuarto ciclo de Planificación hidrológica
- ✓ Analiza el PLAN del MITECO de riesgos de inundación y el plan Endavant de la Comunidad de Valencia
- ✓ Analiza lo que pasó en la DANA de Valencia
- ✓ Analiza las incongruencias de algunos planes hidrológicos incluidos el de la cuenca de Guadalquivir
- ✓ Habla de Soluciones No tecnológicas para reducir riesgo de inundación y contaminación

Soluciones Basadas en la Naturaleza para dar respuesta a retos complejos

el diseño, implementación
y escalabilidad de las Soluciones Basadas en
la Naturaleza (SBN).

- 
- A stylized teal-colored tree graphic with a thick trunk and several branching limbs, positioned on the left side of the slide. The background features a light gray grid pattern.
1. Resiliencia climática
 2. Gestión del agua
 3. Riesgos naturales y climáticos
 4. Gestión de espacios verdes
 5. Biodiversidad
 6. Calidad del aire
 7. Regeneración urbana
 8. Desarrollo del conocimiento y la capacidad social para la transformación urbana sostenible
 9. Planificación y gobernanza participativas
 10. Justicia social y cohesión social
 11. Salud y bienestar
 12. Nuevas oportunidades económicas y empleos verdes

Más allá de la conservación: La triple funcionalidad de las SBN



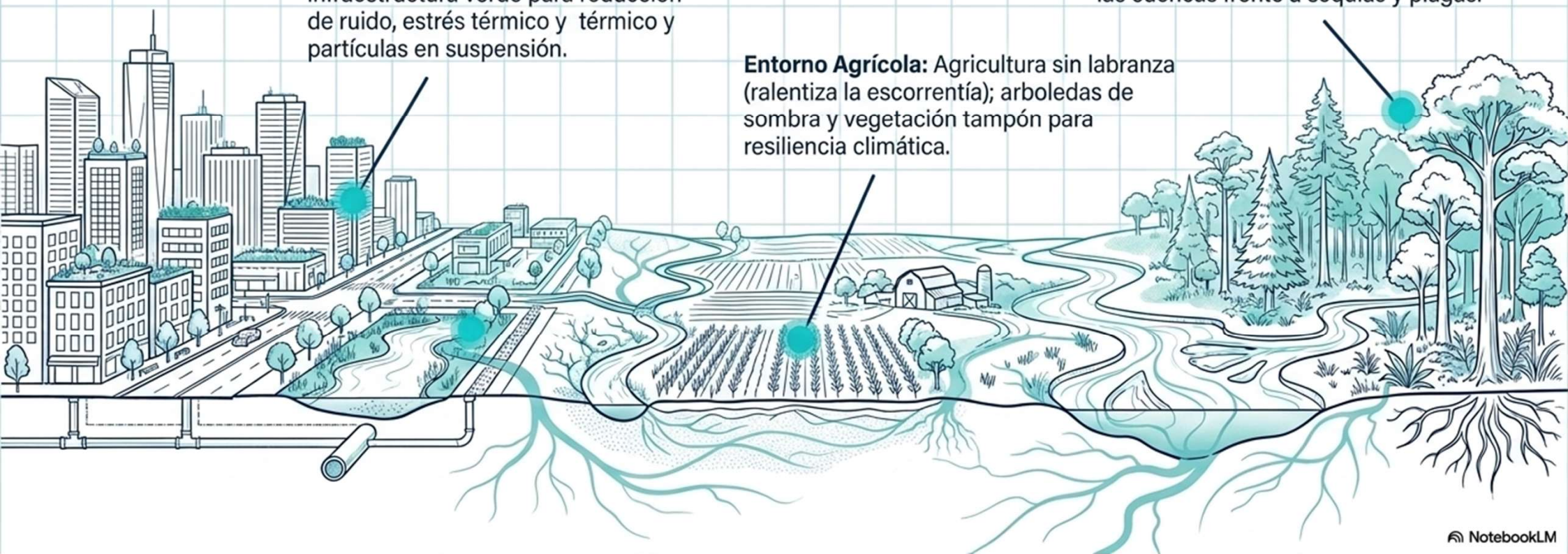
Inspiradas y respaldadas por la naturaleza, las SBN no son simples áreas verdes; son intervenciones sistémicas diseñadas para resolver múltiples crisis simultáneamente con eficiencia de recursos.

Adaptabilidad en todos los paisajes

Entorno Urbano: Parques inundables para gestionar aguas pluviales; infraestructura verde para reducción de ruido, estrés térmico y partículas en suspensión.

Entorno Agrícola: Agricultura sin labranza (ralentiza la escorrentía); arboledas de sombra y vegetación tampón para resiliencia climática.

Entorno Forestal: Soportes de bosque mixto para maximizar la resistencia de las cuencas frente a sequías y plagas.



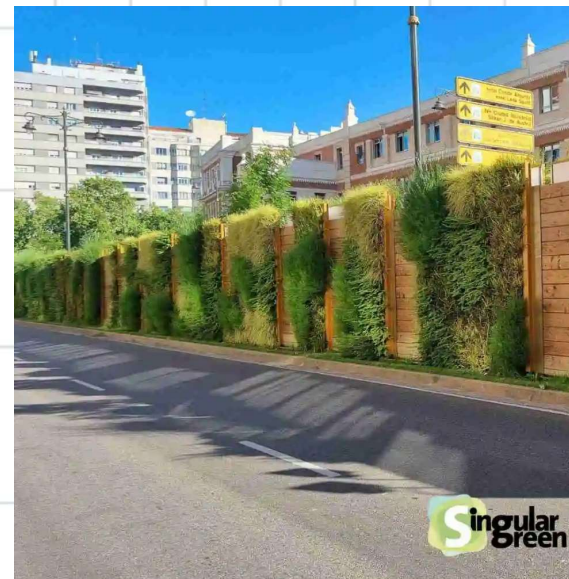
Ejemplos



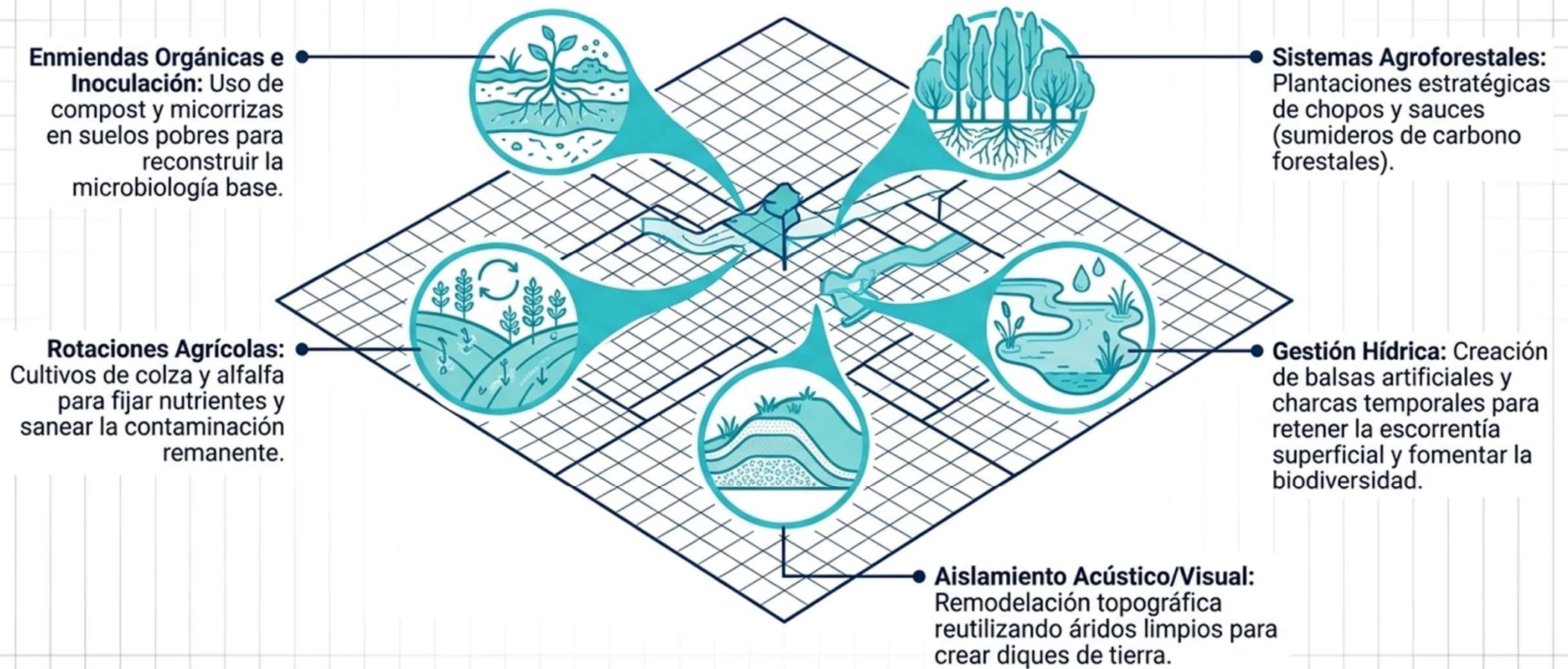
Notes: (a) Schematic of the Sponge Development Plan of Zhenjiang's 22 km² demonstration zone; (b) examples of a green street; (c) riparian stormwater treatment zone; and (d) a central park treating regional stormwater overflows.



Figure 2.3 Urban wetlands in Valdivia, Chile

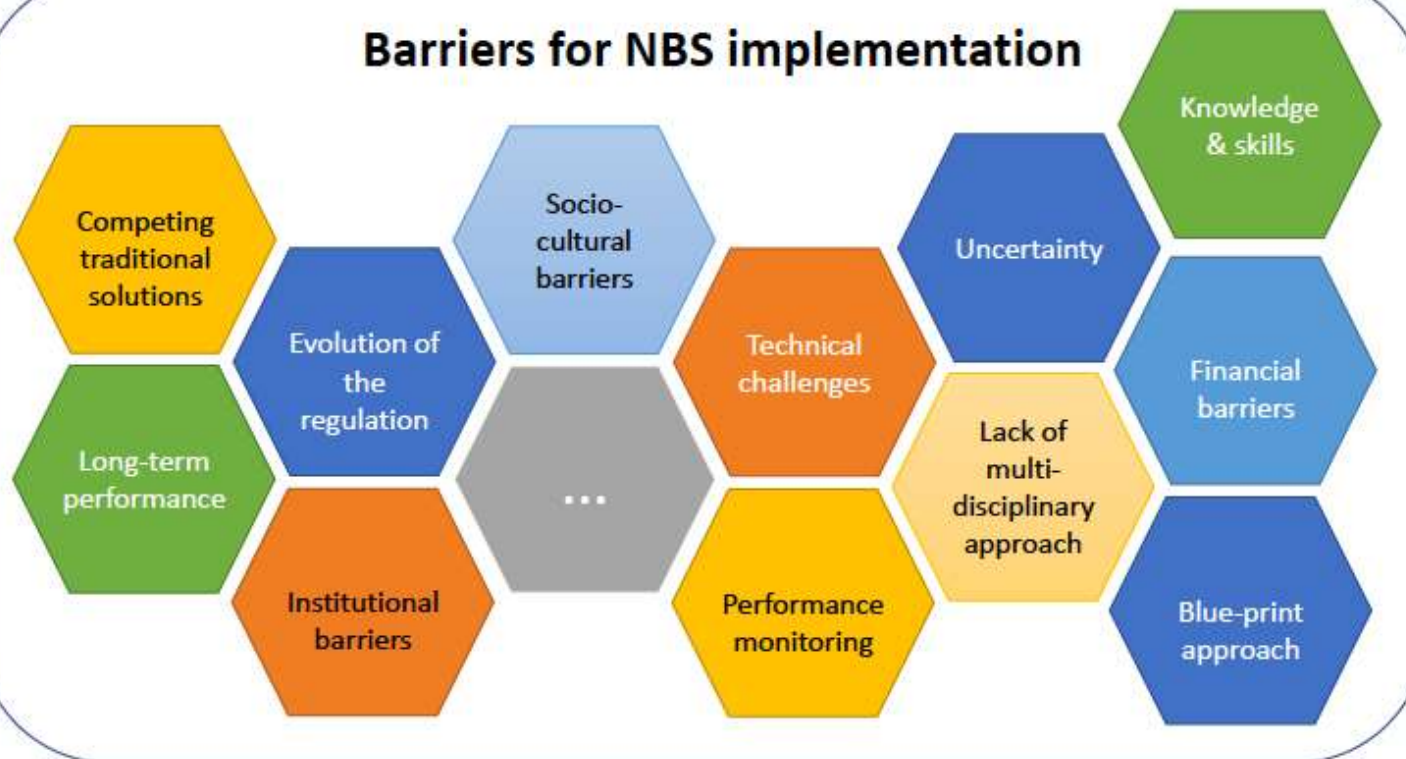


Estrategias usando fitorremediación

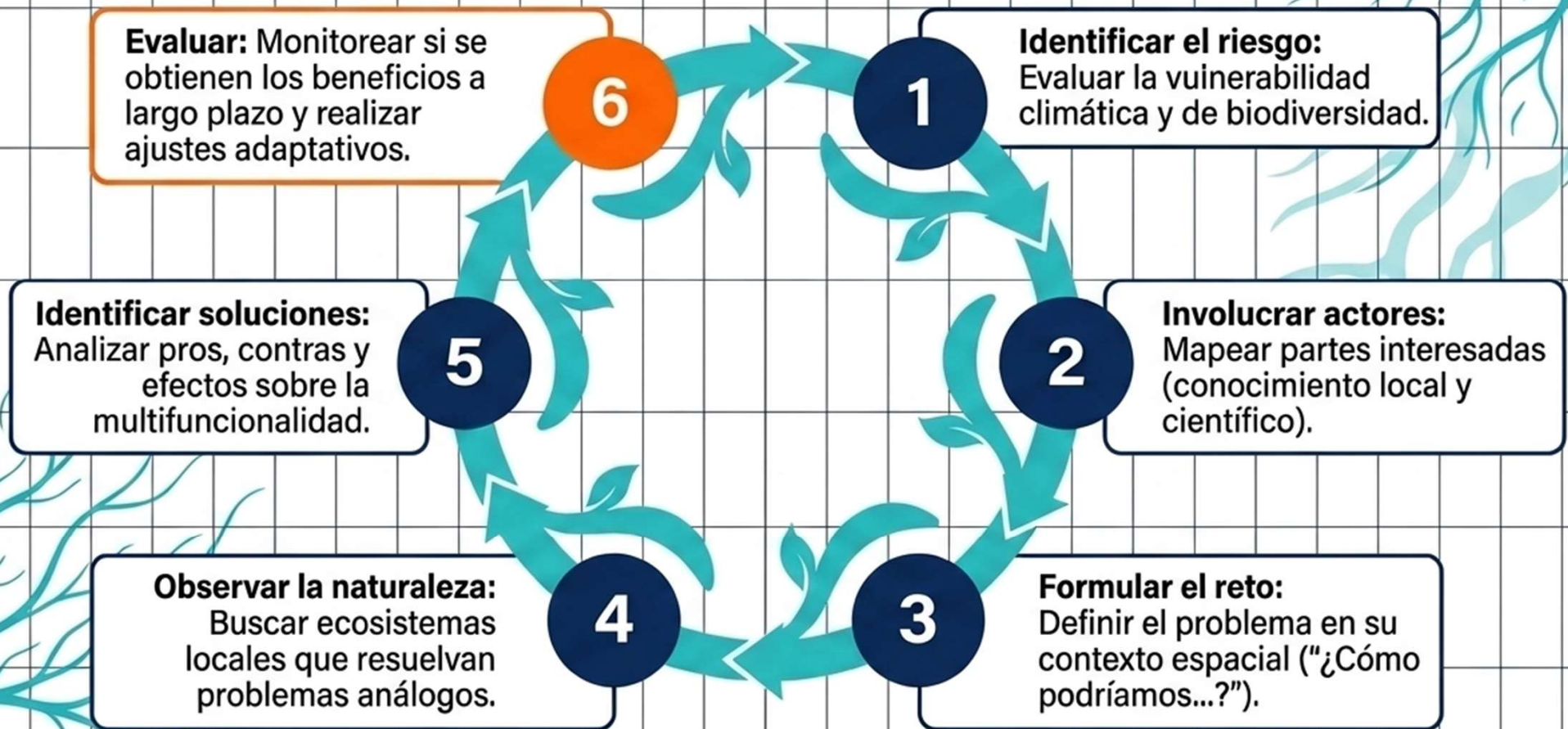


Identificación de barreras

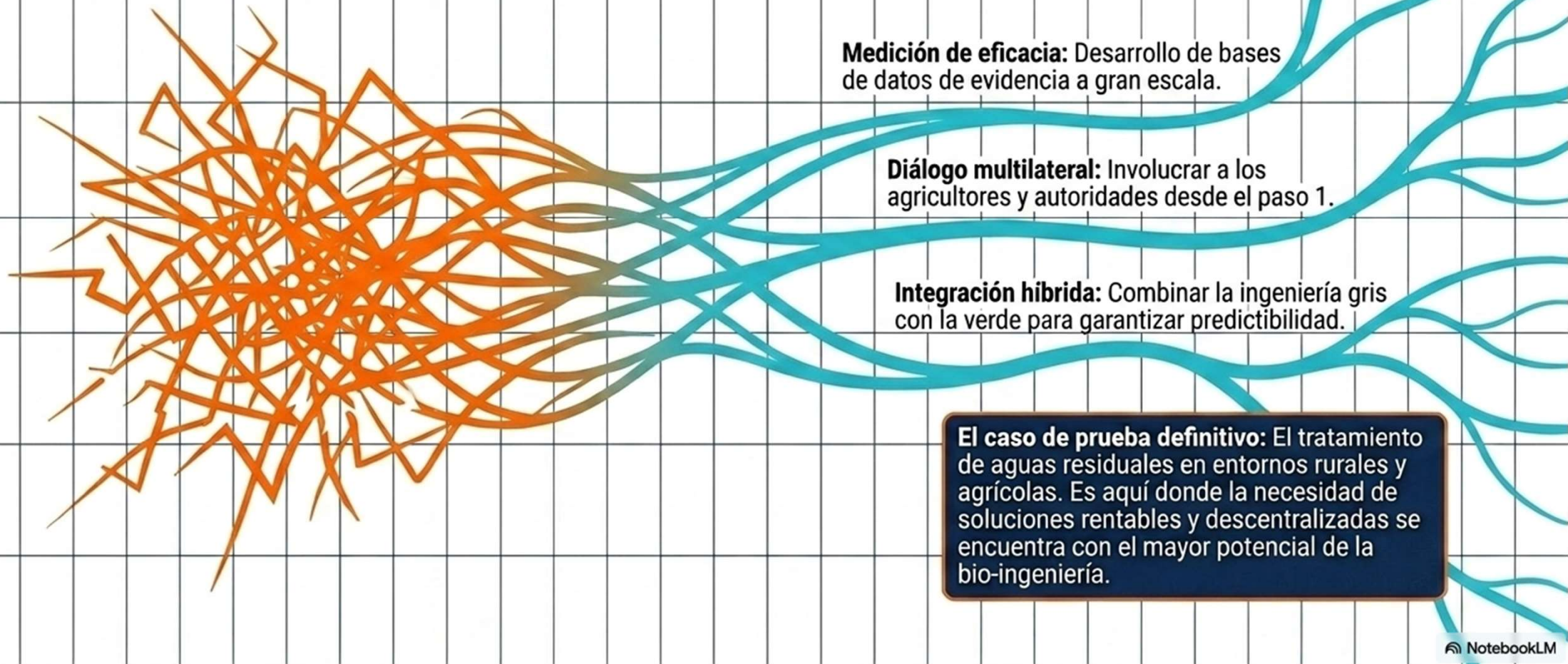
Barriers for NBS implementation



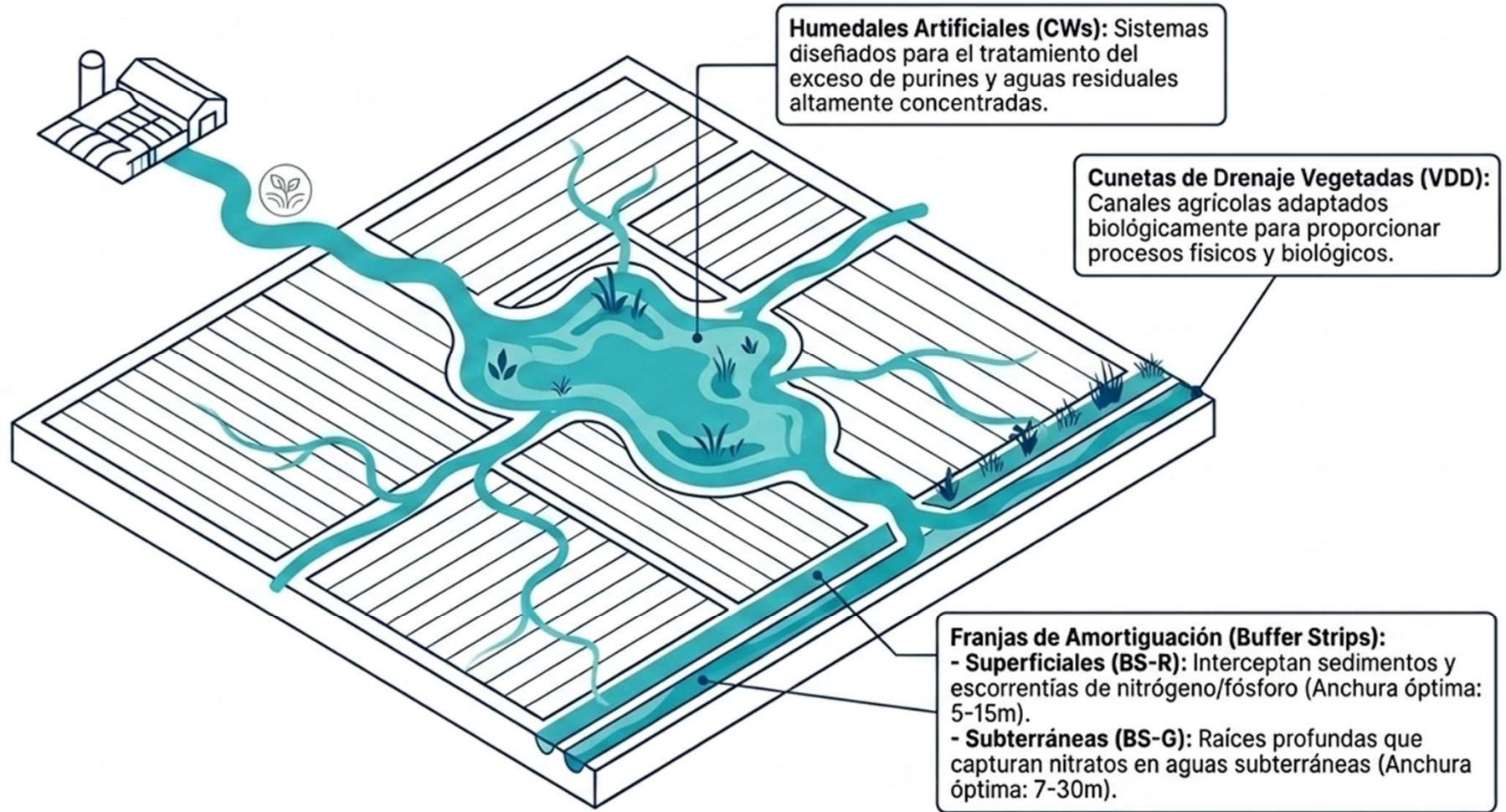
Ciclo de diseño adaptativo



Superando las barreras en la gestión del agua



SBN en entornos agrícolas: Interceptando la contaminación difusa



Aguas residuales

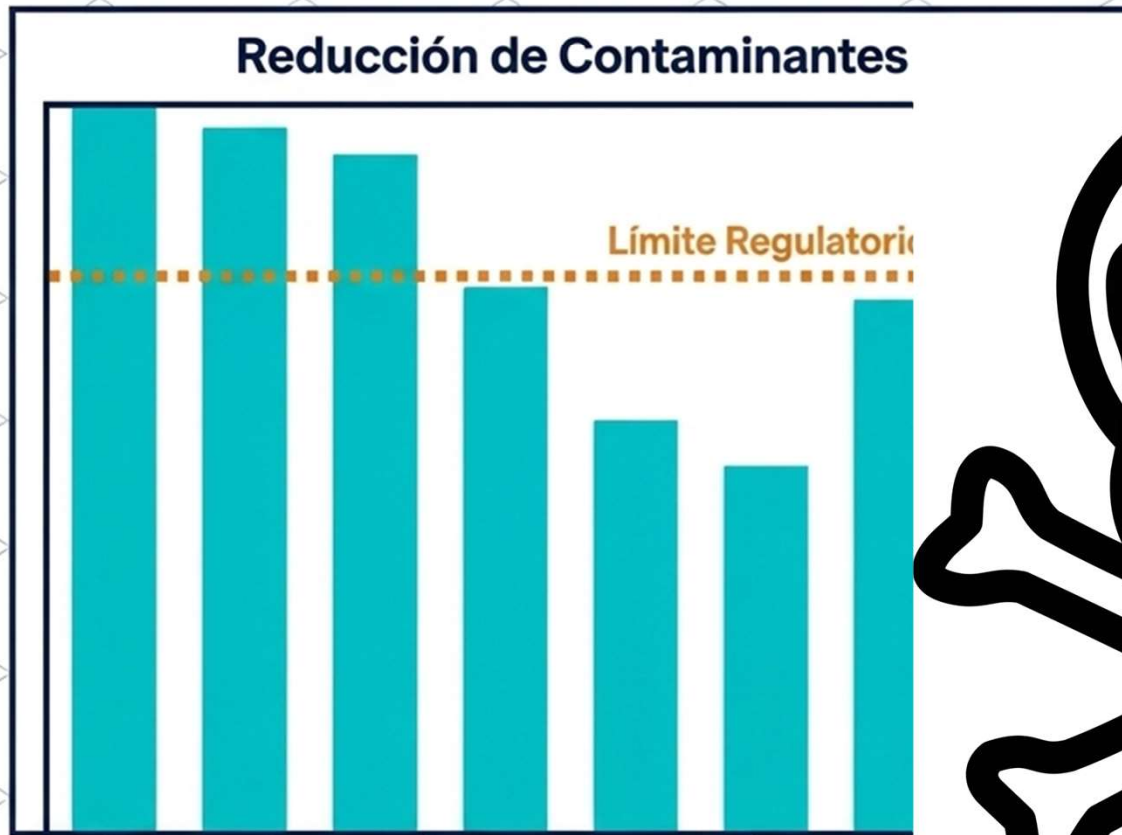
El Centro Experimental de Carrión de los Céspedes



Matriz de Decisión: Tipologías de Humedales Artificiales

Sistema	Mecanismo Principal	Fortaleza Técnica	Caso de Uso Óptimo
Flujo Superficial (FWS)	Exposición solar y asimilación de plantas	Bajo coste operativo	Pulido final (terciario)
Flujo Subsuperficial Vertical (VSSF)	Filtración aeróbica a través del sustrato	Alta eliminación de materia orgánica y amonio	Tratamiento secundario en climas variables
Flujo Subsuperficial Horizontal (HSSF)	Degradación anaeróbica	Alta eliminación de sólidos suspendidos (TSS)	Cargas de DBO altas
Sistemas Híbridos	Combinación en serie	Máxima reducción de patógenos y nutrientes ✓	usos adicionales ✓

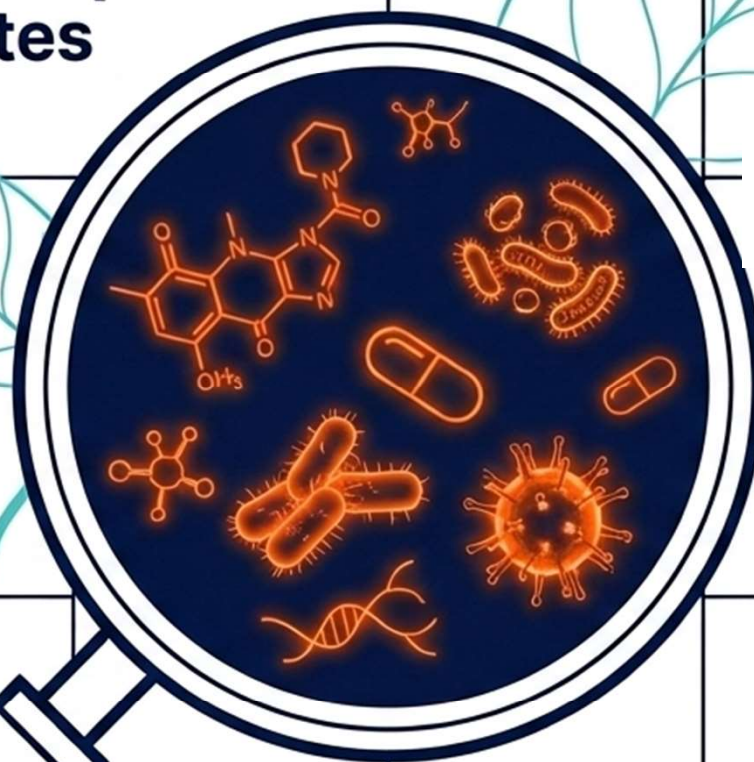
Prueba de Concepto: El Centro Experimental de Carrión de los Céspedes



Co de Clase A
(s)
ml

La amenaza microscópica de los Contaminantes Emergentes

La Crisis Invisible: Las estaciones de depuración tradicionales no están diseñadas para eliminar completamente los contaminantes derivados de la actividad humana moderna.



Pesticidas

Productos de cuidado personal

Fármacos

- **Antibióticos (ABs).**
- **Bacterias y Genes de Resistencia Antimicrobiana (AMR).**
- **Patógenos persistentes.**

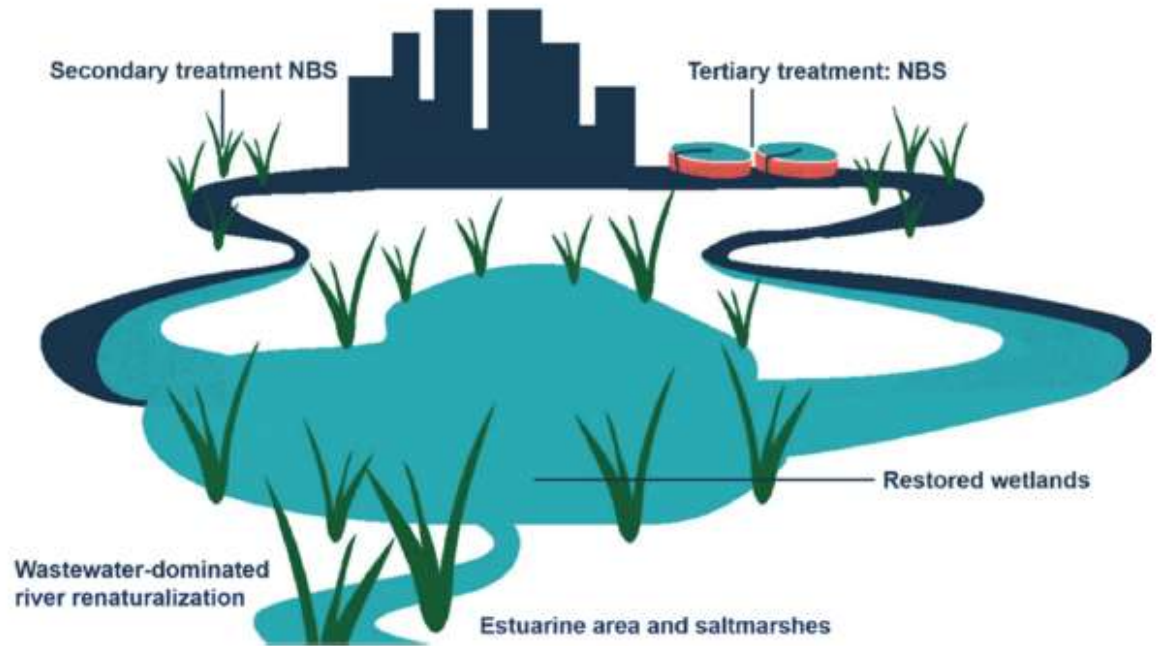
El Riesgo: La descarga de efluentes dominados por aguas residuales en ecosistemas costeros y ríos transfiere esta resistencia genética a la cadena alimentaria (acuicultura, agricultura).

NbS

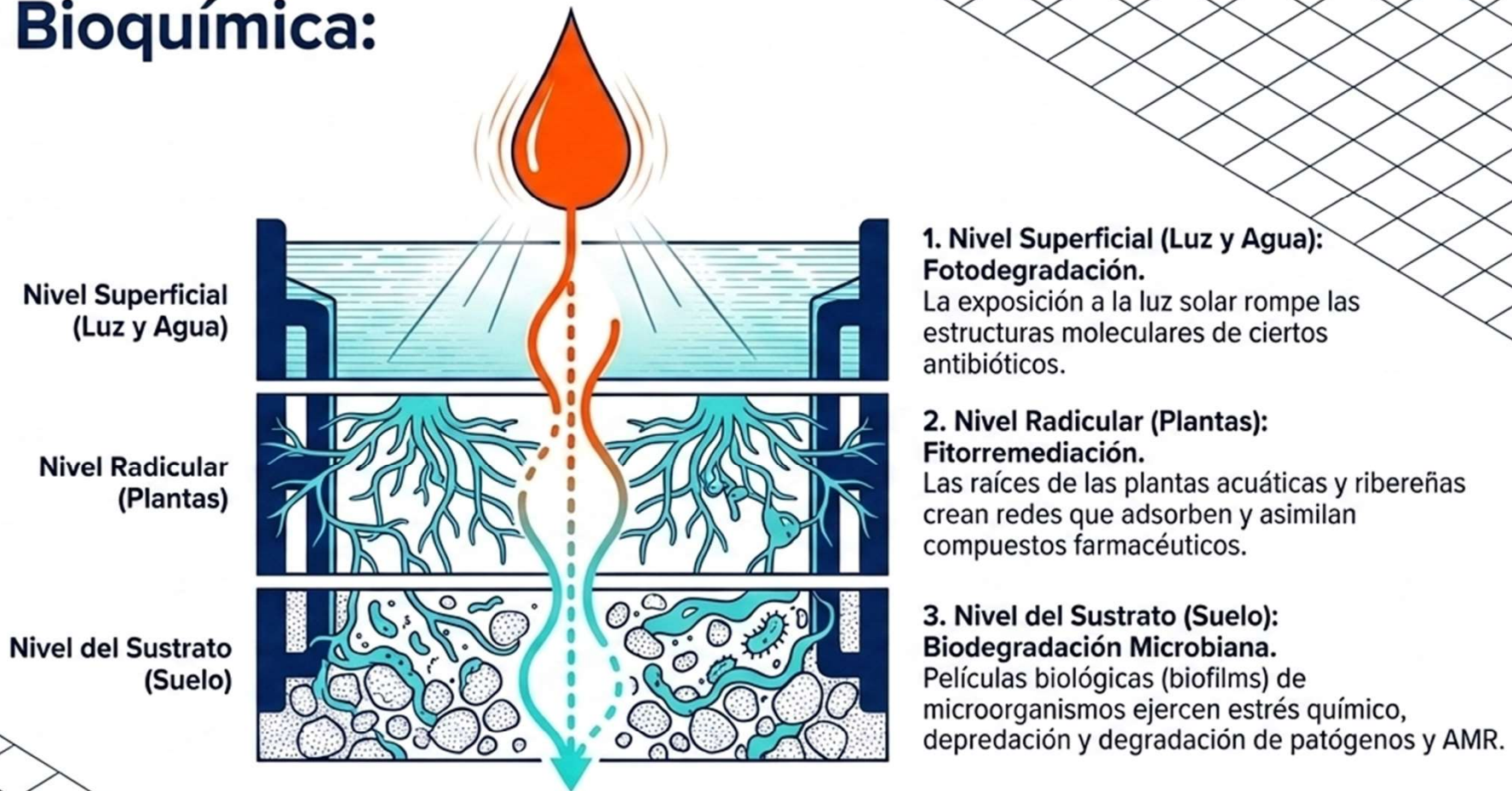


Las **soluciones basadas en la naturaleza (NBS)** son esenciales para mitigar la contaminación por **antibióticos, resistencia antimicrobiana (AMR) y patógenos** en ecosistemas acuáticos.

Las infraestructuras como los **humedales de tratamiento**, la **renaturalización de ríos** y la restauración de **marismas salinas** actúan como filtros biológicos eficaces y sostenibles a escala de cuenca.



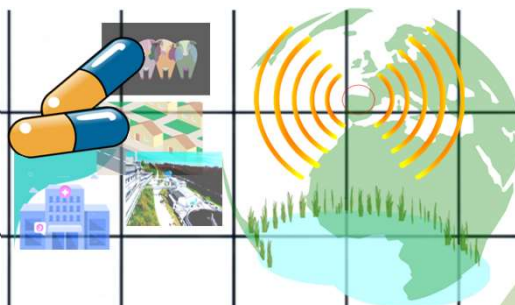
Ingeniería Bioquímica:



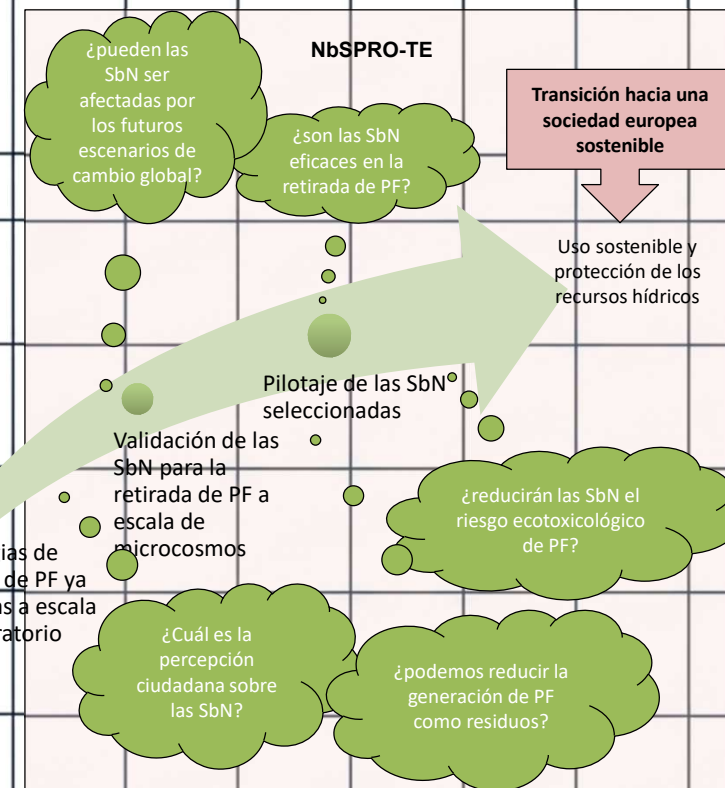
La combinación de procesos físicos, químicos y biológicos reduce exponencialmente la toxicidad que la tecnología gris sola no puede alcanzar.



*Proyecto NbSPRO-TE:
Soluciones basadas en la
Naturaleza (SbN) frente a
contaminantes emergentes:
protegiendo las aguas para la
Transición Ecológica.*



Contaminación de
recursos hídricos por
Productos
Farmacéuticos (PF)





Research article

A combined chemical and ecotoxicological approach to assess nature-based solutions efficiency in removing pharmaceuticals using microcosms

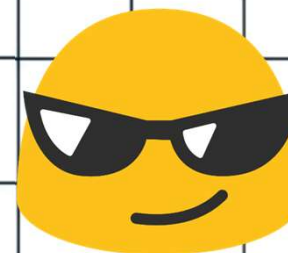
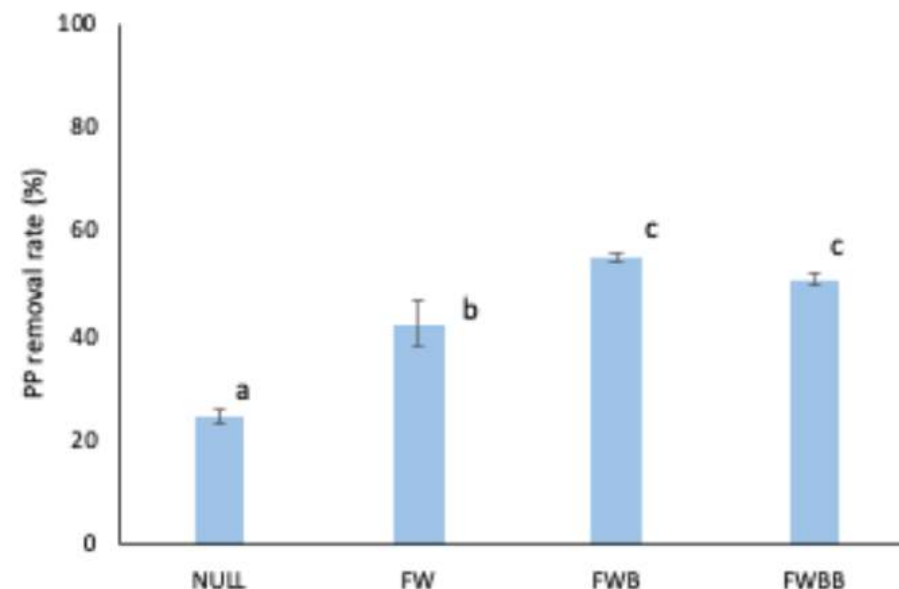
María Rodríguez Santamarina^a, Bienvenida Gilbert-López^b, Ana Belén Martínez-Piernas^c, Antonio Jesús Muñoz-Cobo^d, María Eugenia López-Valcárcel^{a,e}, Raquel Jiménez-Melero^{a,e}, Gema Parra^{a,e}

Table 1

Average dissimilarity percentage between treatments and exposure days estimated with a Similarity Percentage Analyses (SIMPER) based on the Bray-Curtis similarities.

	WW Day 0	Null-D3	Null-D7	FW-D3	FW-D7	FWB-D3	FWB-D7	FWBB-D3
WW Day 0								
Null-D3	9.6							
Null-D7	16.19	10.58						
FW-D3	12.93	6.71	15.44					
FW-D7	23.32	15.62	11.93	13.09				
FWB-D3	22.22	16.06	16.68	11.99	11.88			
FWB-D7	31.46	23.92	21.35	20.12	11.94	10.83		
FWBB-D3	21.91	14.89	15.88	10.73	10.34	8.41	13	
FWBB-D7	25.37	17.65	15.24	13.72	7.87	9.12	8.02	7.1

Note: Microcosms treatments: **WW** waste water; **Null**: microcosms without floating wetland, with wastewater; **FW**: microcosms with floating wetland with wastewater; **FWB**: microcosms with floating wetland with wastewater, improved with biochar; **FWBB**: microcosms with floating wetland with wastewater, improved with biofilm coated biochar. D3, sampling day 3. D7, sampling day 7.

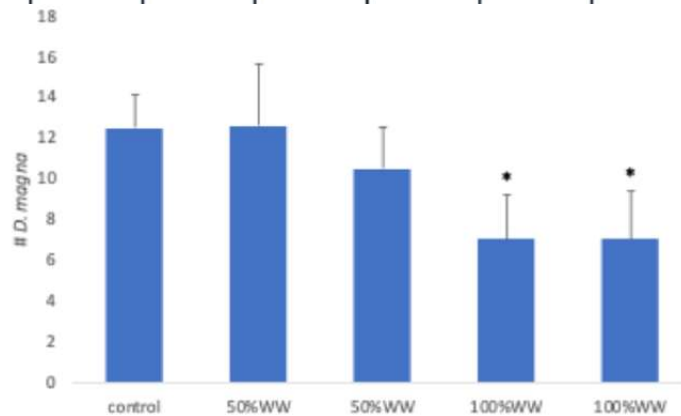


¿Existe riesgo para la biota?

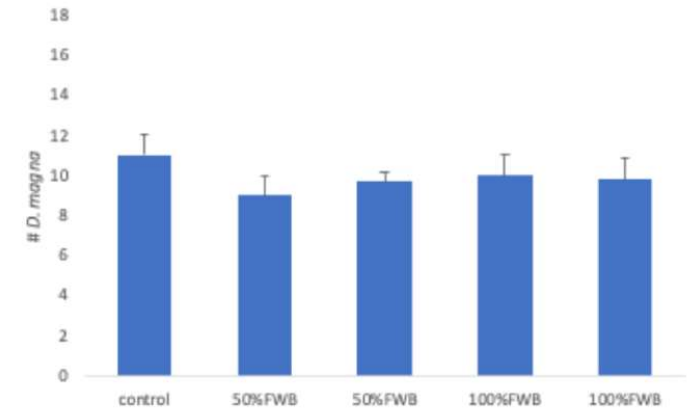
No hay efectos letales,
pero sí subletales antes de
la SbN



Antes de las SbN



Después de las SbN



¿y barreras sociales?

¿Que variables socioeconómicas son significativas a la hora de apoyar económicamente las SbN?



Renta alta



Nivel educativo alto

1. Conocimiento y conciencia ambiental

- 95% consideran la biodiversidad crucial.
- 91.7% creen que el cambio climático afecta la calidad del agua.
- 98.3% preocupados por la falta de agua por sequías
- 62.5% eligen productos ecológicos regularmente.

2. Percepción de la Calidad del Agua

- 95.8% preocupados por la calidad de vida en su entorno.
- 98.3% reconocen al agua como fundamental para la salud humana.
- 96.6% consideran la calidad del agua un indicador de desarrollo social.

3. Conocimiento sobre Contaminación del Agua

- 25.9% no conocen los efectos de la contaminación por medicamentos sobre la salud.
- 68.3% conocen los efectos de la contaminación por medicamentos sobre los ecosistemas.

¿Y los agricultores?

Uno de los principales hallazgos es que el **55,95% de los encuestados estarían dispuestos a pagar para mejorar la calidad del agua**, con una media de 11,47 € al trimestre.

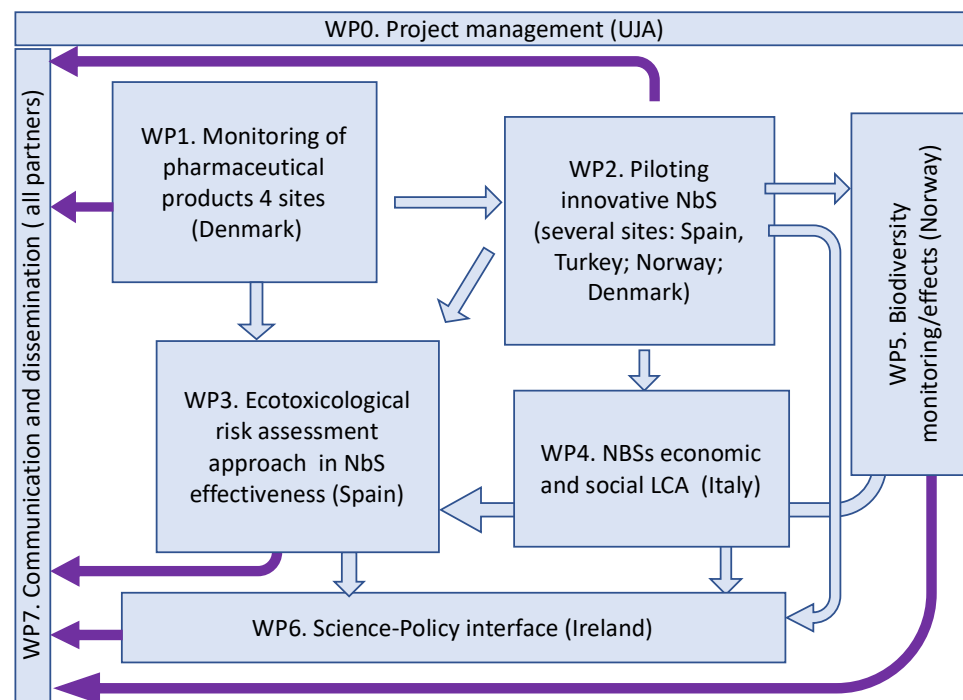
NBS4AQUAMMISSION project: how Nature-based solutions can help in reducing pharmaceuticals' pollution



Sistemas basados en la Naturaleza para la mejora de la biodiversidad acuática: reducir la contaminación por productos farmacéuticos en entornos urbanos y rurales.



University of Jaén (Spain)
Aarhus University (Denmark)
Kilian Water (Denmark)
GebzeTechnical University (Turkey)



University College Dublin (Ireland)
Norwegian Institute of Bioeconomy Research (Norway)
University Mediterranea of Reggio Calabria (Italy)
Agencia de Medio y Agua de Andalucía (Spain)

SITIOS DE DEMOSTRACIÓN

Abril 2025- Marzo 2029

Financiación total: 1,2 millones euros



HIPÓTESIS DE PARTIDA:

Las NbS puede reducir la carga total de PP y, por lo tanto, reducir el riesgo ecotoxicológico.



Enfoques en la evaluación de eficacia en retiradas de contaminantes

Enfoque químico



Enfoque toxicológico



- ✓ ¿Cómo afecta este cóctel tóxico a la biota?
- ✓ ¿En qué medida las SbN seleccionadas pueden reducir el riesgo ecotoxicológico?
- ✓ ¿Qué tipo de biomarcadores son los más relevantes?
- ✓ ¿Podemos utilizar un biomarcador como señal de alerta temprana?

Innovación en Monitoreo: Más allá de la Química



eDNA

El Método

Secuenciación masiva de ADN ambiental (Marcadores 16S rRNA para bacterias y COI para invertebrados).

El Valor

Permite descubrir la diversidad críptica invisible a simple vista para detectar cambios biológicos tempranos antes del colapso del ecosistema.



Ecotoxicología y *Daphnia magna*

El Método

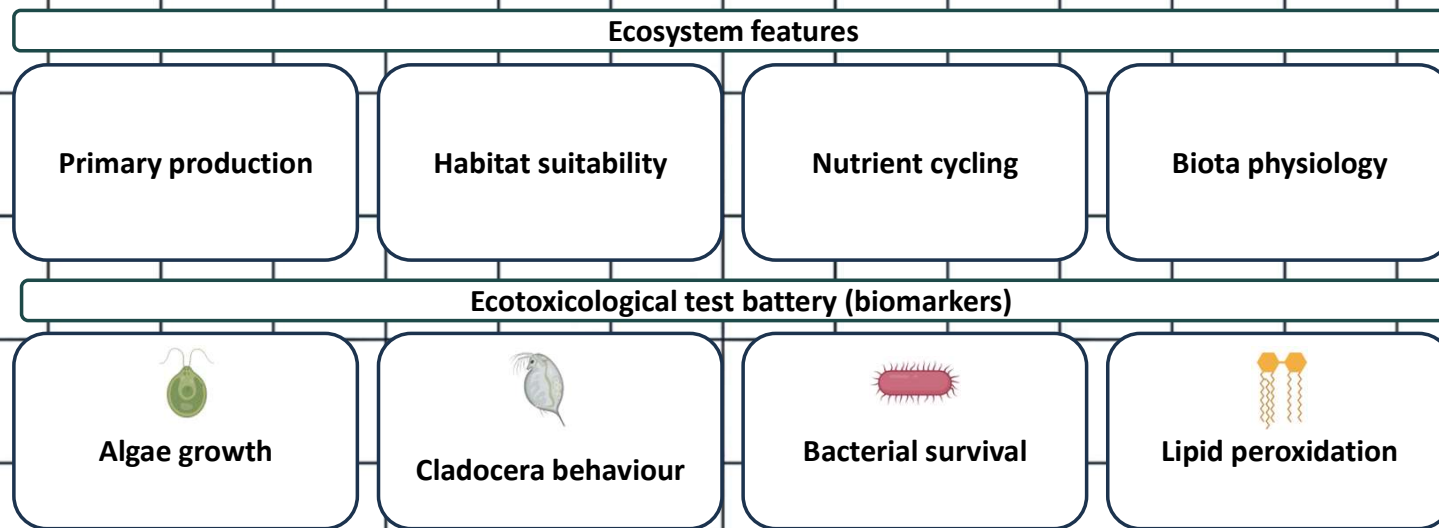
Uso del organismo modelo para medir respuestas bioquímicas (peroxidación lipídica/TBARS) y alteraciones de comportamiento (inhibición de filtración, rutas de escape).

El Valor

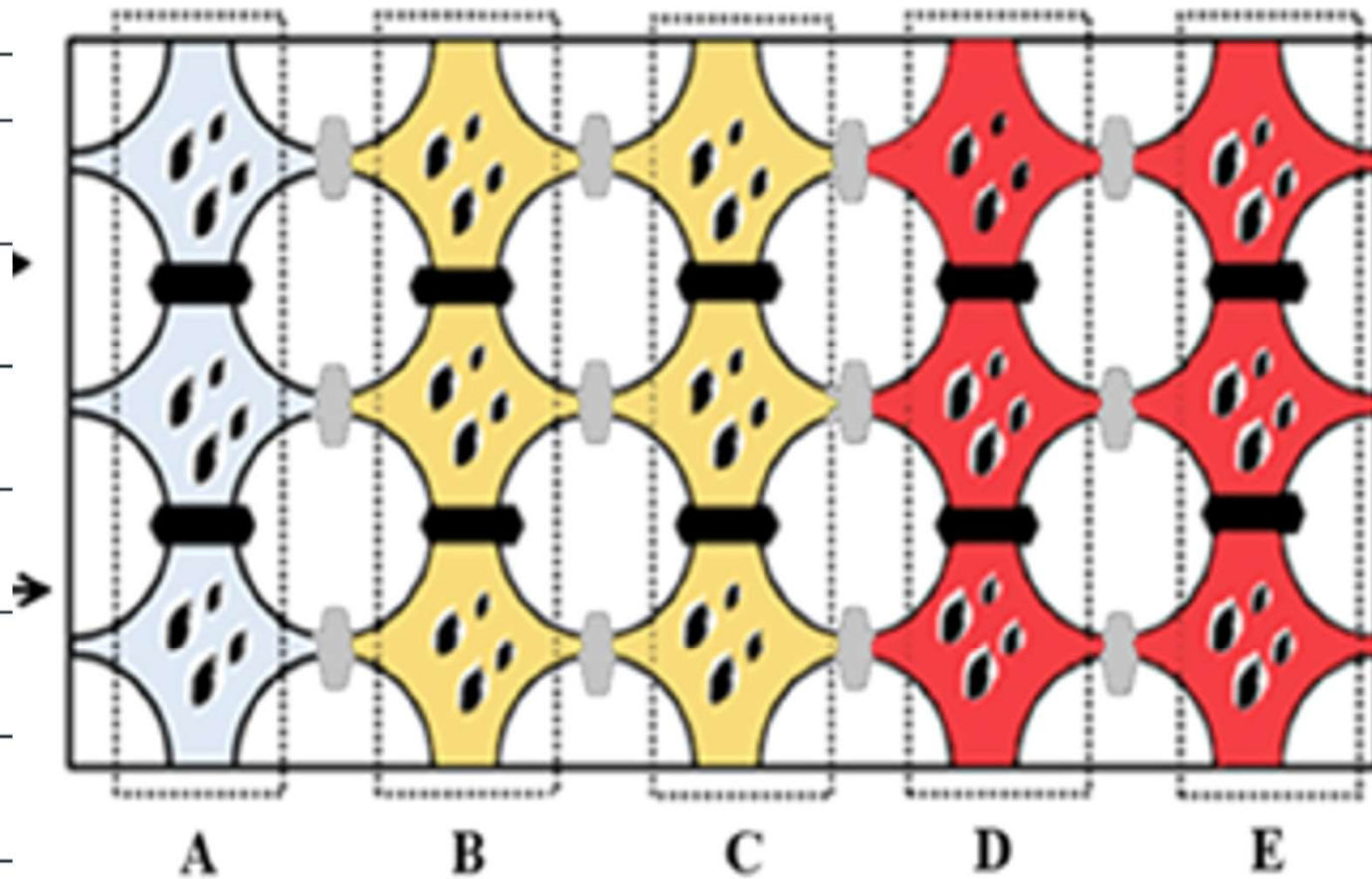
No solo medimos si el contaminante está presente, sino si la reducción es suficiente para evitar la fragmentación del hábitat impulsada por contaminantes.

Batería de Ensayos Ecotoxicológicos

Objetivo: evaluar las respuestas de los organismos e informar sobre las ventajas y desventajas de todos los biomarcadores propuestos.



COMPORTAMIENTO DE ESCAPE vs DISTRIBUCIÓN ESPACIAL



Evaluación de la efectividad y el Impacto

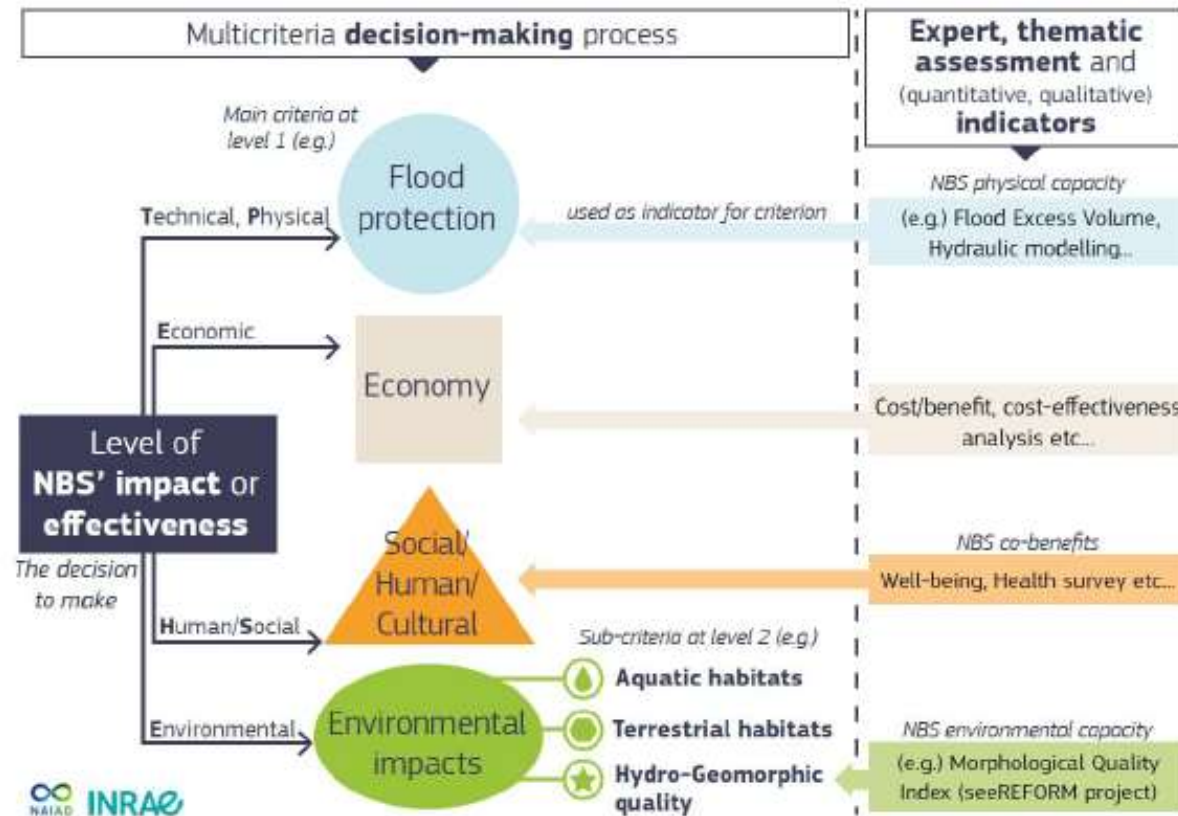


Figure 2-3. The analysis of the effectiveness or impact of NBS can be done through a combination of decision-aiding approaches and thematic, expert analysis and indicators. Features related to impact (effects) of NBS are combined in a multicriteria decision-making framework including technical (T), organisational (O) – not represented, physical (P), human (H), economic (E) and Environmental (E) considerations (TOPHEE framework) (Tacnet et al., 2021, based on the NAIAD project D5.4).

Soluciones no tecnológicas para la prevención de la contaminación

El objetivo de las soluciones no tecnológicas (SNTs) es alcanzar mejores estándares de protección ambiental al evitar o minimizar la probabilidad de ocurrencia de los eventos dañinos al medio ambiente y sus efectos nocivos.

Las SNTs pueden apelar a cambios de comportamiento y concienciación ambiental, principios normativos, optimización en las regulaciones y, en general, requieren menores necesidades de inversión económica que las soluciones tecnológicas de mitigación

*reducir, atenuar o limitar la contaminación,
remediación (acciones de descontaminación parcial)
eliminación (eliminación completa de la contaminación).*



¡Gracias!



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Cofinanciado por
la Unión Europea



AGENCIA
ESTATAL DE
INVESTIGACIÓN