

Renaturalización y recuperación energética: ODS en nuestras redes de agua

Carmen Hernández Crespo

Modesto Pérez-Sánchez

Dep. Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (UPV)



European Green Deal

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Fundación Biodiversidad

Subvenciones 163.7 millones de euros para proyectos transformadores y ambiciosos que impulsen la recuperación verde en todos los sectores.

<https://fundacion-biodiversidad.es/es/convocatorias/convocatorias-de-ayudas-y-subvenciones>

¿Por qué es importante renaturalizar y mejorar la biodiversidad?

Resiliencia

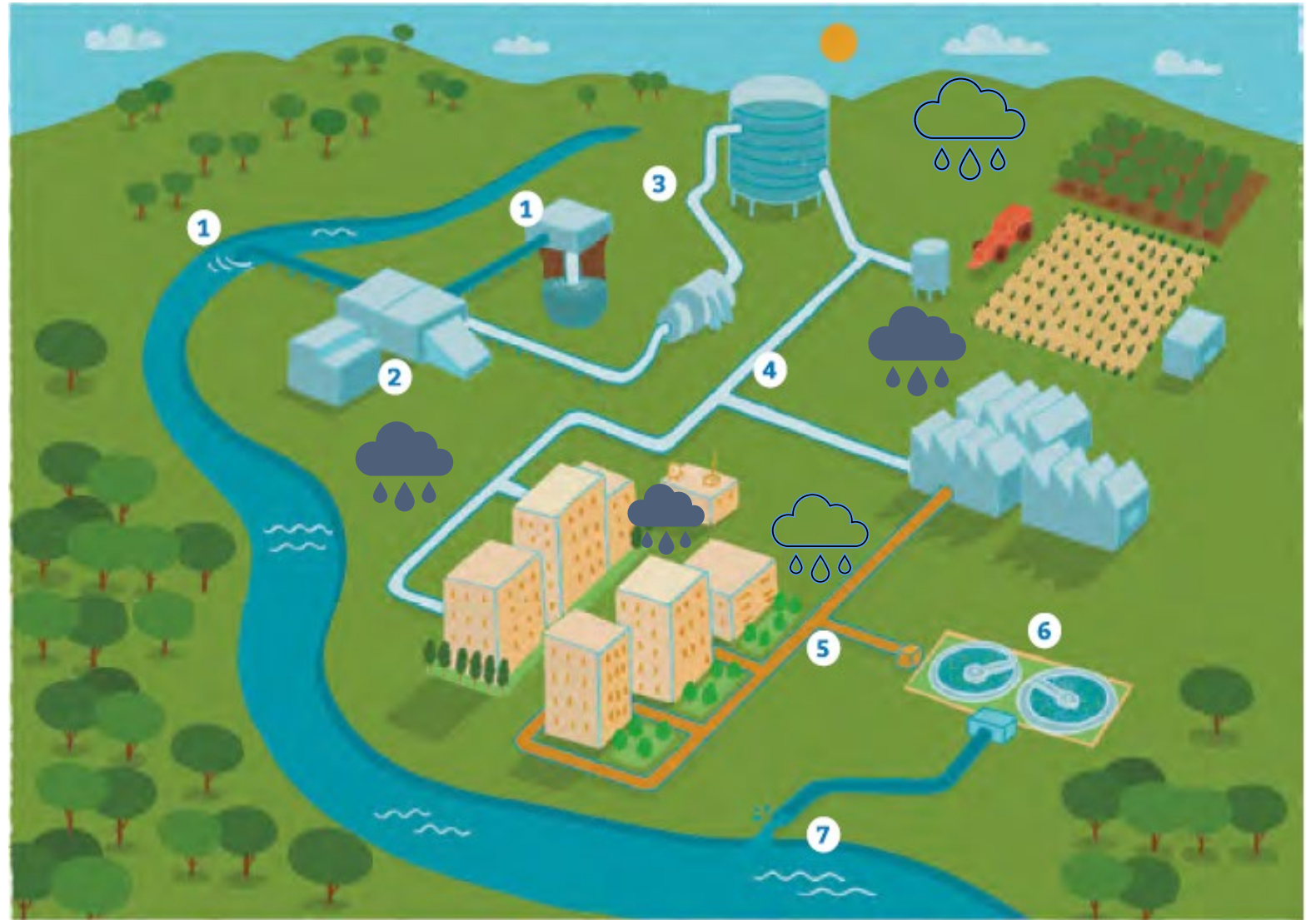
Servicios ecosistémicos



Ciclo urbano del agua:

1. Captación
2. Tratamiento, potabilización.
3. Distribución y almacenamiento.
4. Abastecimiento.
5. Saneamiento y drenaje.
6. Tratamiento y depuración.
7. Vertido

Soluciones Basadas en la Naturaleza



Saneamiento y drenaje

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS):

- Cubiertas vegetadas
- Cunetas vegetadas
- Cuencos de detención e infiltración
- Pavimentos permeables
- Franjas filtrantes
- Jardines de lluvia
- Humedales urbanos

...



Principios básicos:

- Restituir procesos del ciclo del agua: filtración, infiltración, laminación, evaporación.
- Retención descentralizada (en origen).





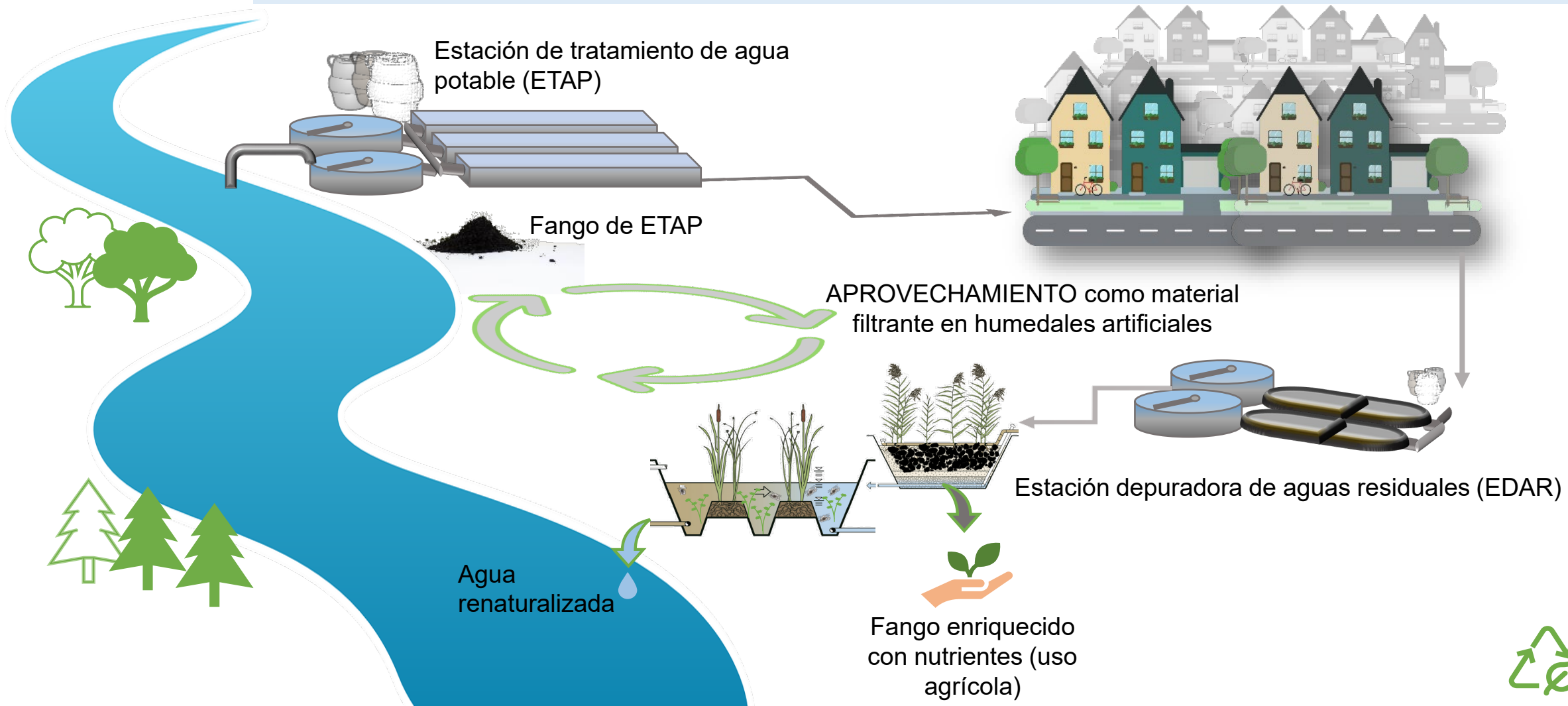
Servicios ecosistémicos

- Reducción del riesgo de inundación.
- Mejora de la calidad del agua de las escorrentías urbanas.
- Reducción del efecto isla de calor.
- Generación de hábitats, mejora de la biodiversidad.
- Uso público

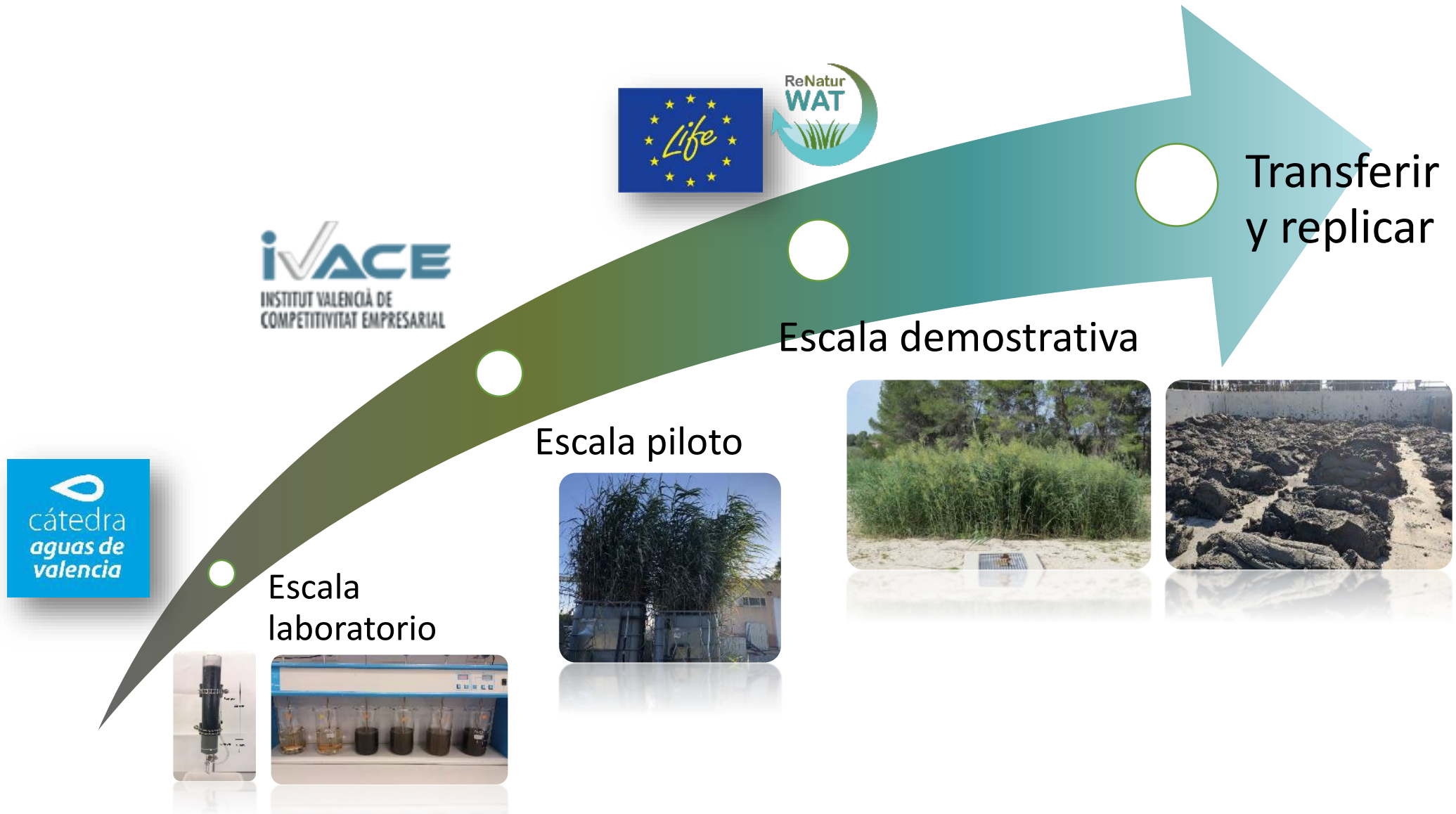
...



Ciclo urbano del agua



LIFE RENATURWAT



The LIFE RENATURWAT project has received funding from the LIFE Programme of the European Union

Gestión de pluviales.

Separación de aguas grises
y depuración in situ.



Fuente imagen: <https://nickmaughanfoundation.org/>

Bibliografía

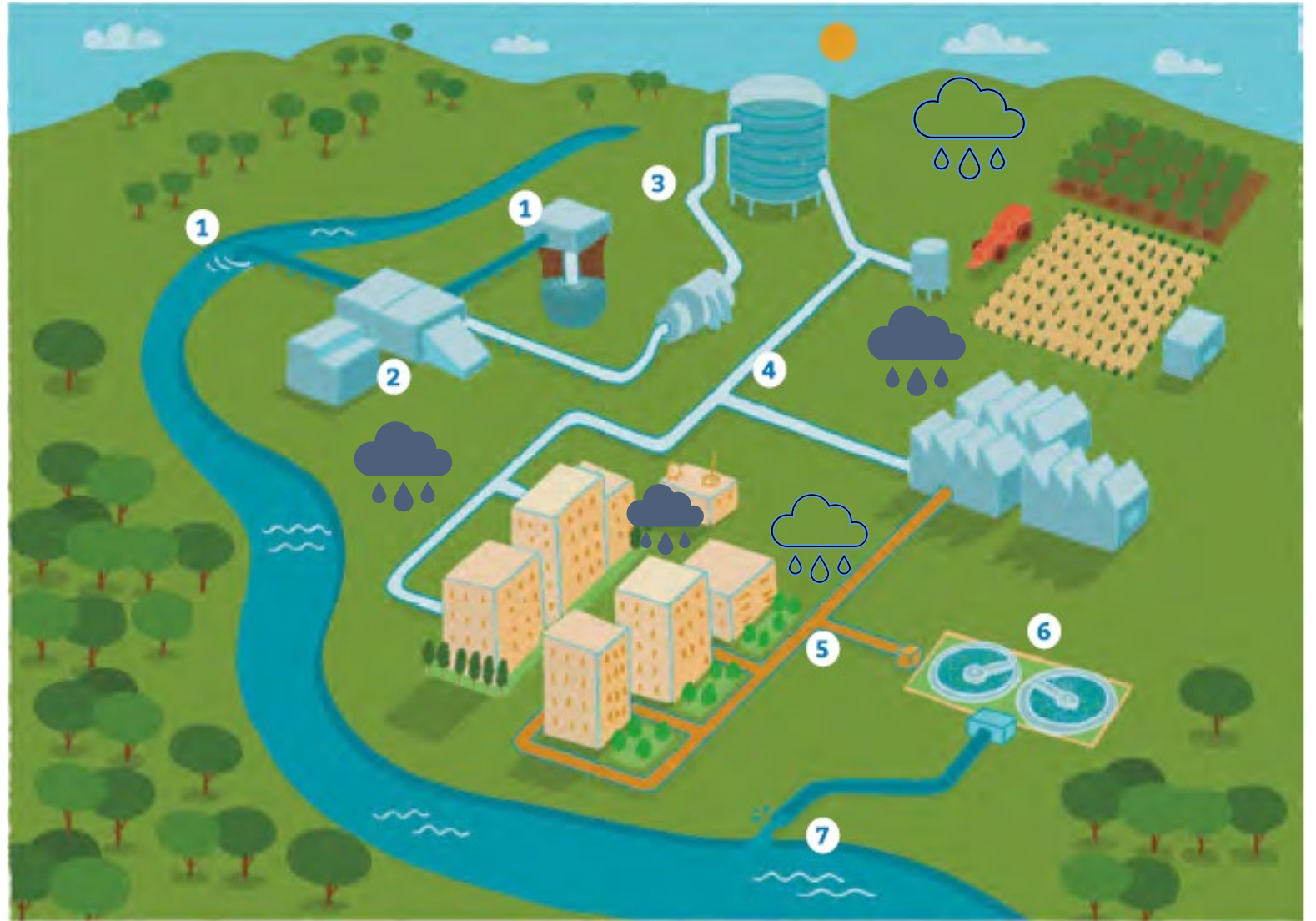


https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia_Basica_para_el_Disenio_de_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_en_la_Ciudad_de_Valencia_V01.pdf

<https://www.iwapublishing.com/books/9781780408767/treatment-wetlands>

Ciclo urbano del agua:

1. Captación
2. Tratamiento, potabilización.
3. Distribución y almacenamiento.
4. Abastecimiento.
5. Saneamiento y drenaje.
6. Tratamiento y depuración.
7. Vertido



Sostenibilidad en las Redes de Distribución

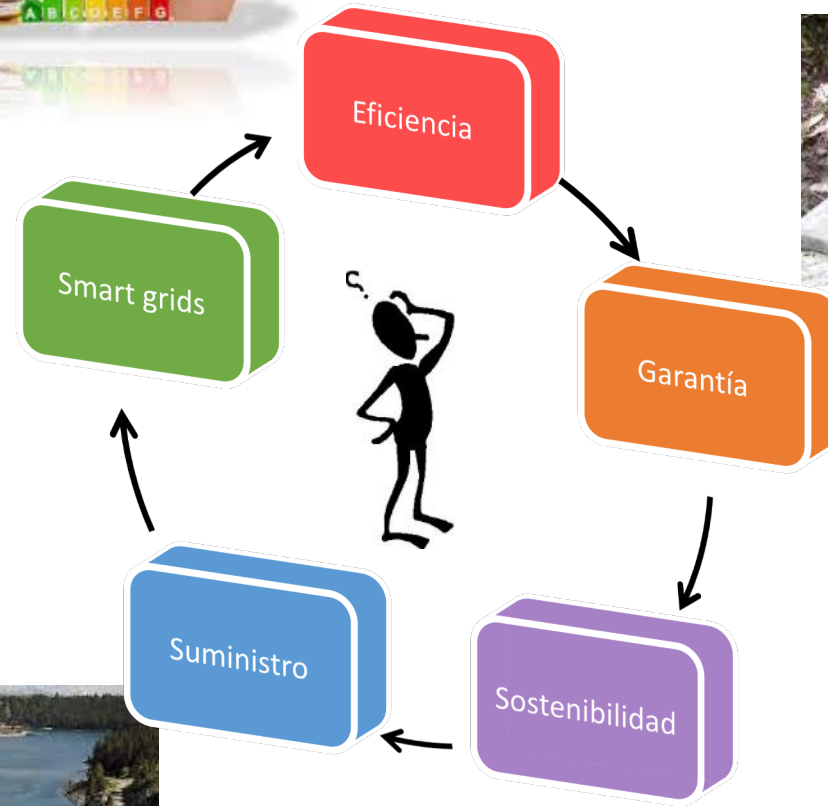
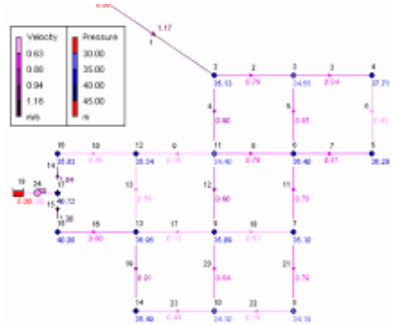
La aplicación del **principio de recuperación de costes** (definido en la Directiva Marco del Agua) para incentivar el ahorro de agua

Desarrollar **auditorías energéticas**, para comprobar si la red pierde demasiada energía y poder así tomar las acciones pertinentes

Renovación de las infraestructuras antiguas o ineficientes (reducción de fugas)

Incorporación de la **evaluación de la sostenibilidad** a la gestión de las redes

La implementación de los conceptos de sostenibilidad debe ser **transmitida a los usuarios** por los gestores de agua



Sostenibilidad en las Redes de Distribución

Sostenibilidad de la gestión

Mantener los suministros adecuados de agua con una buena calidad en toda la población del planeta, mientras se preservan las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas



Indicadores de Desarrollo Sostenible

Monitorear el progreso en el funcionamiento de la red categorizándolos en los siguientes criterios: (1) Criterio en la higiene y salud, (2) Criterio socio-cultural, (3) Criterio medio ambiental, (4) Criterio económico y (5) Criterio técnico y funciona



Sostenibilidad en las Redes de Distribución



1. Calidad aceptable del agua potable (% de muestras)
2. Falta de acceso a agua potable (h / año)
3. Número de brotes transmitidos por el agua (ud/100.000 año)
4. Número de personas afectadas (ud/100.000 año)
5. Calidad del agua potable Numero de accidentes

1. Recursos Naturales
 - Niveles acuíferos
 - Contaminación de acuíferos
 - Caudales ecológicos (Calidad, cantidad)
 - Caudales vertidos (Calidad, cantidad)
2. Energéticos
 - Huella energética (HEA)
 - Energía absorbida unitaria (kWh/m³)
 - Energía Inyectada en red
 - Energía Recuperada
 - ...
3. Agua, suelo, atmósfera
 - CO2 eq reducidos por energías limpias
 - Reducción de fugas por reducción de presión
 - Intrusión patógena en conducciones
 - Contaminación por por fertirrigación

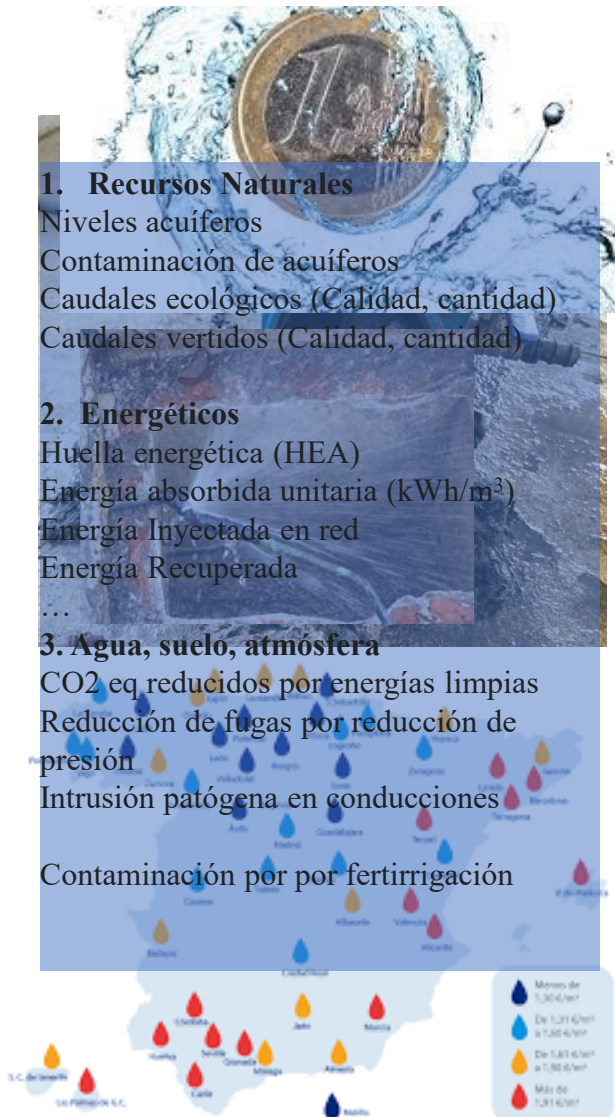
Indicador para varios aspectos relacionados con:

1. Civismo por parte de la sociedad
2. Igualdad de género
3. Cumplimiento de normativa por parte de personas/empresas

(fácil de entender, demanda laboral, aceptación, disponibilidad)



1. Económico
 - Coste de capital (€/año)
 - Operación y mantenimiento (€/año)
2. Funcional y técnico
 - Desbordamiento (m³/año)
 - Falta de acceso a agua potable (h/año)
 - Parada de alcantarillado (nº/100.000 año)
 - Inundación de sótanos (nº/100.000 año)
 - Fugas(m³/año)



Sostenibilidad en las Redes de Distribución



TARGETS: 1.1;
1.4; 1.5; 1.a



TARGETS:
2.1; 2.2; 2.3;
2.4; 2.a



TARGETS:
3.1; 3.2; 3.3;
3.8; 3.9



TARGETS:
4.4; 4.5; 4.7;
4.a; 4.b



TARGETS:
5.1; 5.4; 5.5



TARGETS:
7.1; 7.2; 7.3;
7.a; 7. b



TARGETS:
8.1; 8.2; 8.3;
8.4; 8.5; 8.6;
8.8



TARGETS:
9.1; 9.2; 9.4;
9.5; 9.a

**TARGETS RELATED
TO WATER
RESOURCES**



TARGETS: :
10.1; 10.2; 10.3;
10.4; 10.5; 10.b



TARGETS: :
11.1; 11.3; 11.4;
11.5; 11.6; 11.b



TARGETS: :
12.2; 12.4; 12.5;
12.6; 12.8; 12.a



TARGETS: :
13.1; 13.2; 13.3



TARGETS: :
14.1; 14.2; 14.3



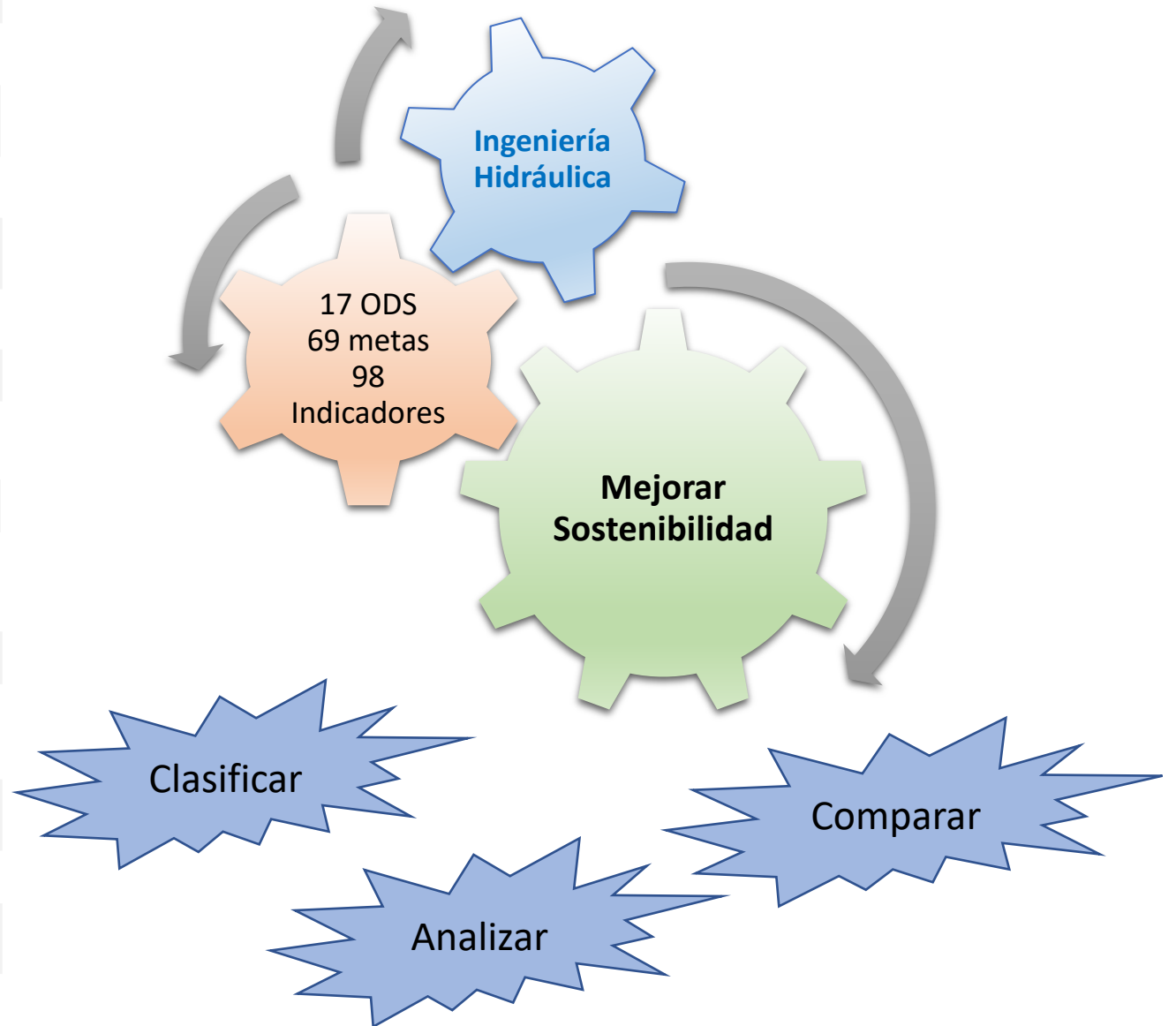
TARGETS: :
15.1; 15.4; 15.5



TARGETS: :
16.5; 16.6; 16.7;
16.b; 16.10



TARGETS: :
17.3; 17.5; 17.7;
17.16



Sostenibilidad en las Redes de Distribución

Sostenibilidad de la gestión

Mantener los suministros adecuados de agua con una buena calidad en toda la población del planeta, mientras se preservan las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas

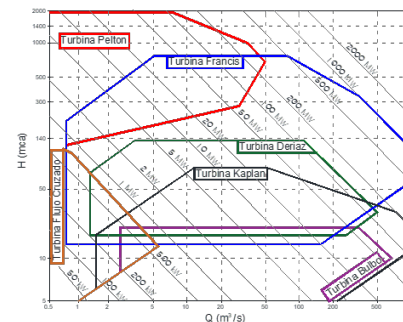


Indicadores de Desarrollo Sostenible

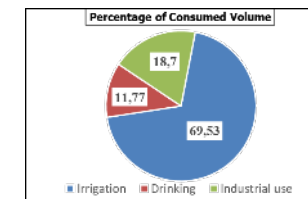
Monitorear el progreso en el funcionamiento de la red categorizándolos en los siguientes criterios: (1) Criterio en la higiene y salud, (2) Criterio socio-cultural, (3) Criterio medio ambiental, (4) Criterio económico y (5) Criterio técnico y funciona



Ejemplo. Instalaciones de microgeneración. Uso de PATs

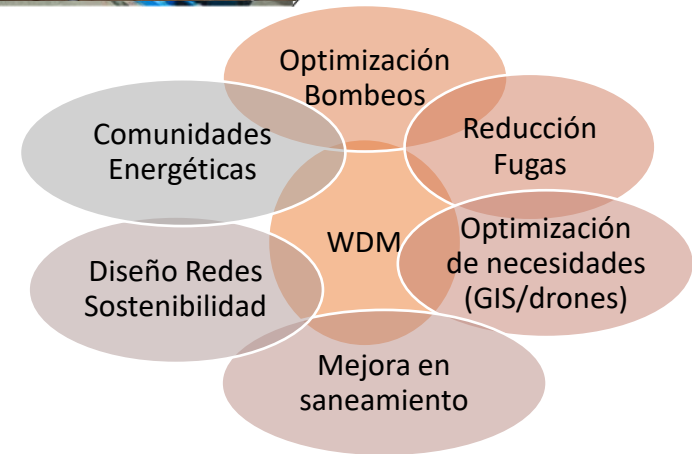
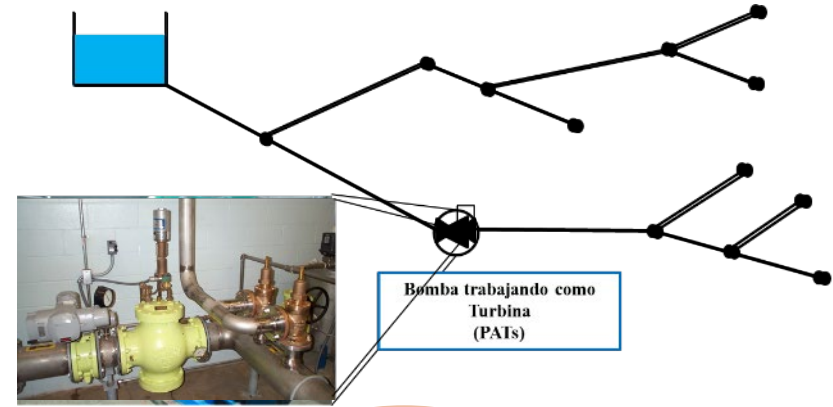
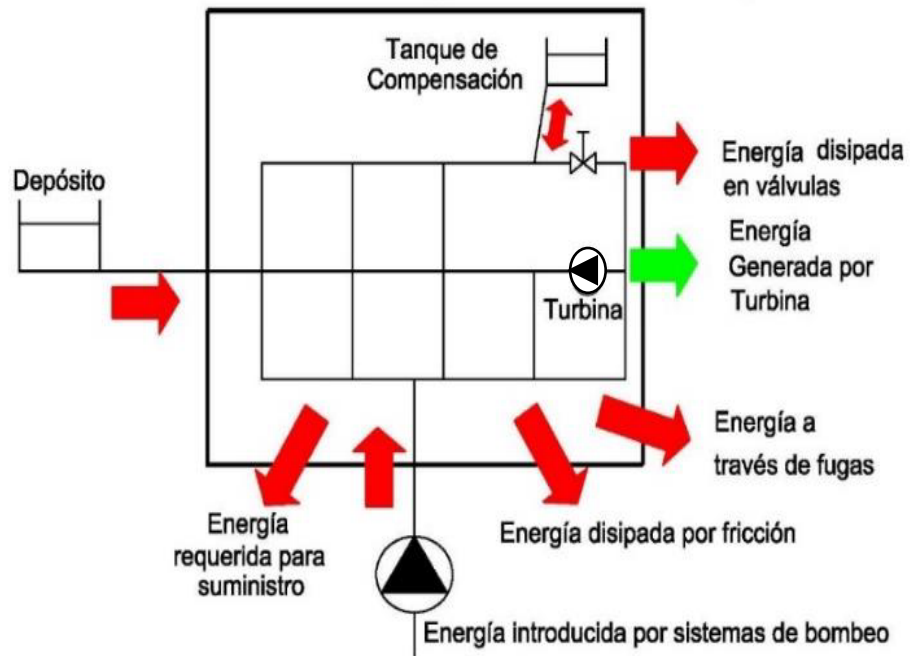


3925 km³/año

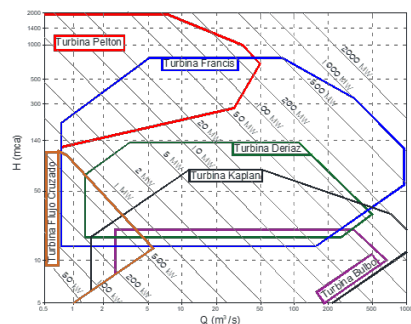


Sostenibilidad en las Redes de Distribución

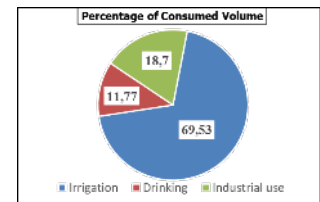
Red de Distribución (Volumen de Control)



Ejemplo. Instalaciones de microgeneración. Uso de PATs



3925 km³/año



Sostenibilidad en las Redes de Distribución

CASO DE ESTUDIO (CAMBIO DE GESTIÓN)



Principales

Datos Generales-Configuración

Intervalo cálculo: 60 Nº de cálculos: 1

Método demanda: 1 Nº Avisos: 2

Fase I

Epanet

Cálculo_anual: SI Cálculo_mensual: NO Varios Cálculo: NO

Recálculo de Presiones: NO

Resultados ampliados: NO Resultados resumidos: SI Listados variables objetivas: SI

Presiones y caudales anuales: NO Presiones y caudales mensuales: NO Resultados Elementos específicos: SI

Calibración fugas

Calibración fugas: NO Método cálculo: 3 Método Error: 2

Nº de iteraciones: 25 Nº de tomas cond: NO (continuas) SI

Fugas

Fugas: NO Fugas desoplazadas: NO

Fugas tomas sin consumo: NO Salda caudales fuga: NO

Fase II - Análisis Energético

Análisis Energético: SI Cálculo HPD: Per cálculo

Salida resultados: NO Salida HPD: NO

Matriz Topología y Energías: NO

Fase III/IV- Turbinado

Variable objetivo: 12 LCOE Levelized Co

Config. teórica: NO Config. real (ID_TURBINA): NO

FB Ubicación: NO FB_ID_Turbina: NO

SA Ubicación: SI SA_ID_Turbina: NO

Resultados:

Combinaciones: NO Combinaciones: NO

Detalle Elemento: SI Detalle Elemento: NO

Comb. mejores: NO Presiones y alturas finales: NO

Datos globales: NO Config. Inicial: NO

OPCIONES GENERALES DE CÁLCULO

Configuración Cálculo Demanda Resultados Avisos

Fase I

Método de cálculo demanda nudos: 1.-Cálculo mediante método probabilístico, por curvas (Método 1)

Cálculo Anual

Cálculo EPANET: SI Mensual: NO

Calibración fugas: NO Calibración fugas: NO

Recálculo de Presiones: NO Nº de Hojas definidas: 2

Complementarios

Listados iniciales variables objetivas: SI Ordenados: NO

Resultados para líneas específicas: SI 2

Fugas

Considerar fugas: NO

Lectura de fugas desde fichero: NO

Nombre fichero de fugas: Fugas_Provisional_uniculo_revisor.xlsx

Fugas en tomas altas cuando existe consumo: NO

Se desplazan fugas en fugas en tomas y en líneas: NO

Fase II

Análisis energético: SI Opc. Energía: NO

Sacar Topología y Matrices de Energías y Potencias: NO

Nombre fichero Plantilla Topología y Energía: BBS_P_4M73.1.A_ALCO_12012.xlsx

Turbinado

Opciones Turbinado...

Fase III

Calcular configuración(es) de grupos de turbinas teóricas específicas: NO 0

Cálculo por Fuerza Bruta: NO 412686

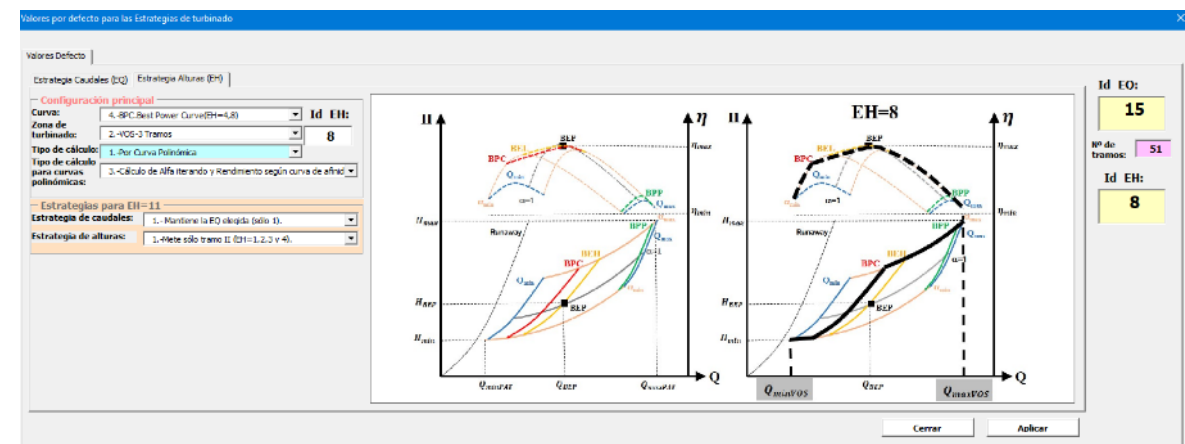
Cálculo por Métodos heurísticos (Simulated Annealing): SI 3

Fase IV

Calcular configuración de turbinas reales específicas: NO 0

Cálculo por Métodos heurísticos (Simulated Annealing): NO 0

Cerrar Formularios Cerrar Aplicar



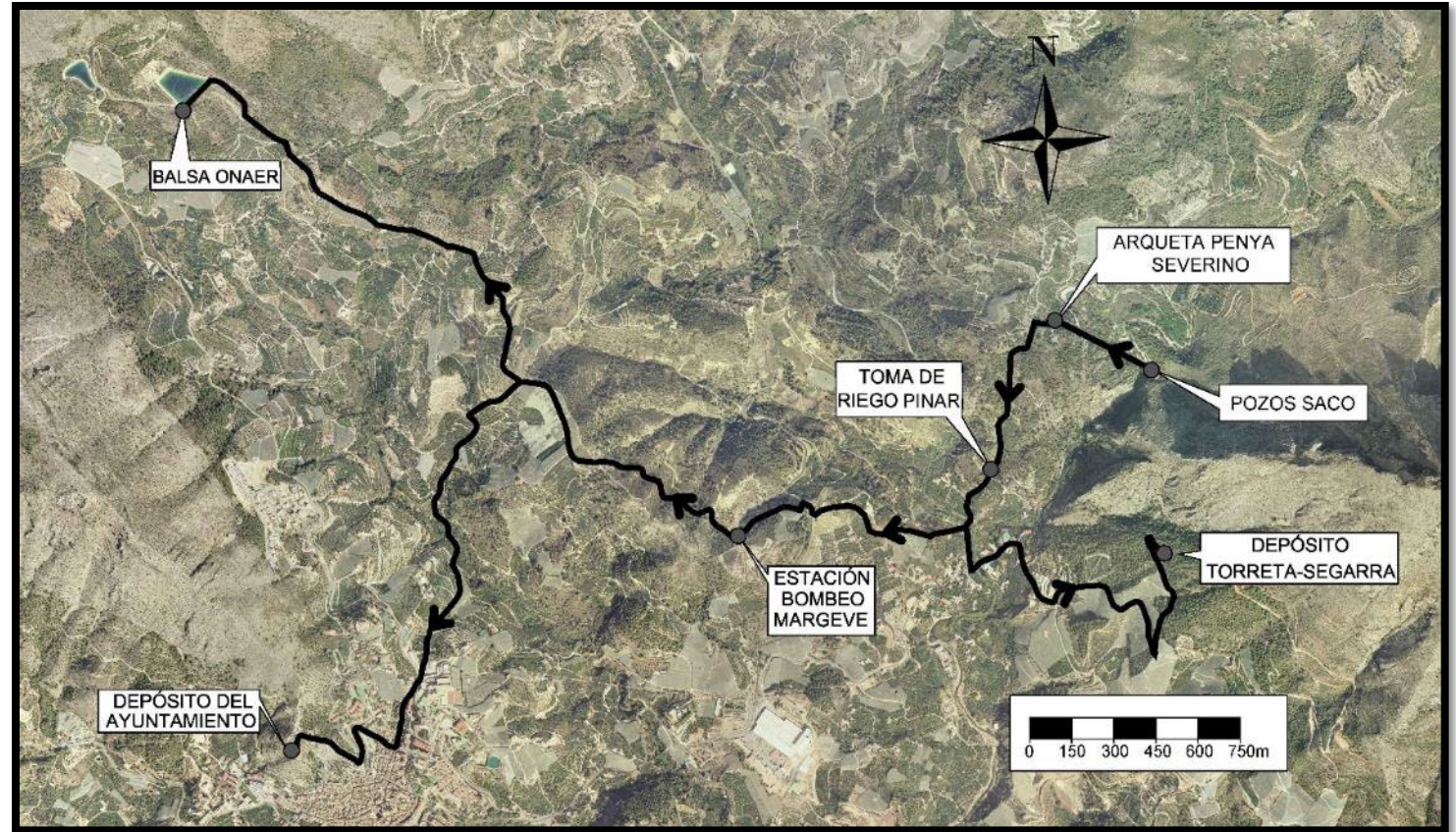
Sostenibilidad en las Redes de Distribución

Gestión propuesta del sistema

Objetivo 1: optimizar la regulación de la Estación de Bombeo Margeve variando la velocidad de rotación de las bombas. Además, en vez de bombear la totalidad del agua a la Balsa de Onaer, se bombea también directamente al depósito del Ayuntamiento, situado a menor cota

Objetivo 2: se propone un nuevo sistema de bombeo para transportar agua desde Sifón I al depósito Torreta-Segarra

- **Incrementar la eficiencia energética** (reduce extracción de agua de los pozos en Torreta)
- **Incrementar la garantía de suministro** de la red de riego



Sostenibilidad en las Redes de Distribución

Gestión actual del sistema

	ENTRADA		SALIDA					
Sistema	Energía hidráulica (kWh/año)		Energía consumida (kWh/año)					
	Suministrada por bombas	Suministrada por depósitos	Pérdidas por fricción	Consumo Pinar	Consumo Font Major	Válvula	Acumulada potencialmente en tanques	Total
Pozos Saco-Severino	1.593.888	-	128.492	-	-	-	1.465.387	1.593.879
Severino-Margeve	-	1.459.426	19.748	116.171	165.756	103.772	1.054.020	1.459.467
Margeve-Onaer	1.819.274	-	92.717	-	-	-	1.726.548	1.819.265
Torreta-Segarra	439.944	-	-	-	-	-	439.921	439.921
Total	3.853.106	-	240.957	116.171	165.756	103.772	3.226.450	3.853.106

Gestión propuesta del sistema

	ENTRADA		SALIDA						
Sistema	Energía hidráulica (kWh/año)		Energía consumida (kWh/año)						
	Suministrada por bombas	Suministrada por depósitos	Pérdidas por fricción	Consumo Pinar	Consumo Font Major	Válvula	Acumulada potencialmente en tanques	Derivación	Total
Pozos Saco-Severino	1.855.957	-	149.853	-	-	-	1.706.215	-	1.856.068
Severino-Margeve	-	1.704.576	22.231	165.741	116.171	103.710	1.087.797	209.016	1.704.667
Margeve-Onaer	582.376	-	23.357	-	-	-	559.130	-	582.487
Margeve-Council	1.081.835	-	100.510	-	-	-	981.436	-	1.081.835
Derivation	226.282	-	1.731	-	-	-	224.663	-	226.393
Torreta-Segarra	205.084	-	-	-	-	-	204.549	-	204.549
Total	3.951.534	-	297.682	165.741	116.171	103.710	3.059.214	209.016	3.951.534

200 000 kWh/año

PAT

Sostenibilidad en las Redes de Distribución

Indicador	Gestión actual	Gestión propuesta	% Mejora
Eficiencia energética de la red (Adimensional)	0,073	0,071	2,56
Exceso de energía suministrada (Adimensional)	0,070	0,068	2,49
Energía disipada (Adimensional)	0,089	0,075	15,80
Energía consumida anual (kWh/año)	2.363.602	2.073.904	12,26
Huella energética del agua (kWh/m ³)	0,566	0,456	19,56
Coste de la energía por unidad de volumen introducido (€/m ³)	0,035	0,029	15,54
Eficiencia energética de las bombas hidráulicas (Adimensional)	0,744	0,721	3,19
Energía recuperada (kWh/año)	--	103.710	--

Indicador	Gestión actual	Gestión Propuesta	% Mejora	Umbral de riesgo
N en agua (kg/año)	2.781	2.781	--	1,3
P en agua (g/año)	256.000	256.000	--	23
CO ₂ -eqv. (kg/año) Spadaro et al. (2000)	1.725.429	1.513.950	12,26	--
CO ₂ -eqv. (kg/año) Mushtaq et al. (2015)	9.064.568	7.953.558	12,26	--
Uso del agua total (m ³ /año)	4.172.638	4.551.290	-9,07	--

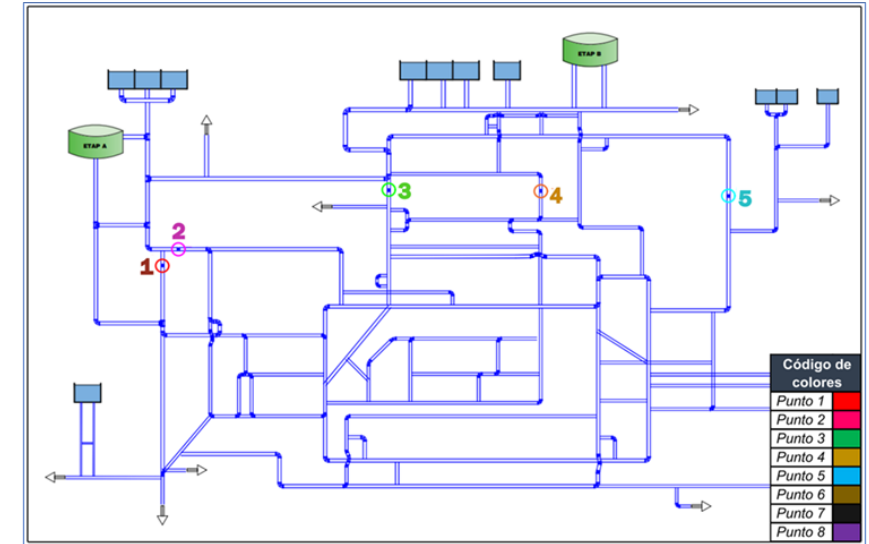
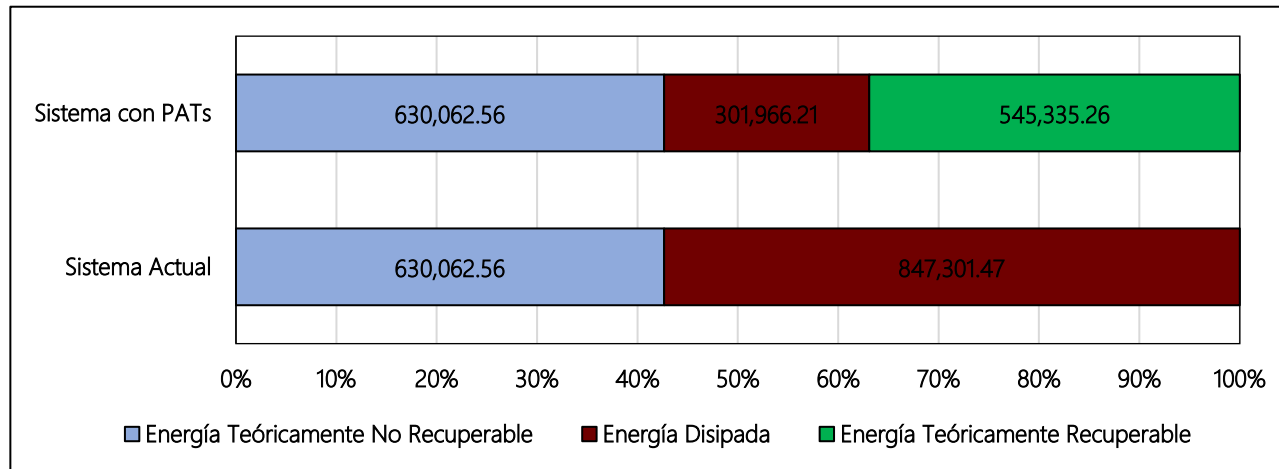
Sostenibilidad en las Redes de Distribución

CASO DE ESTUDIO 2 (INCORPORACIÓN PATs)



INDICADOR	ANTES	DESPUES	CAMBIO
IED	0.58	0.21	-64.16%
IAE (kWh/año)	1,477,364.03	1,477,364.03	-
IEFW (kWh/año)	0.21	0.21	-
IEC (€/m3)	0.036	0.023	-35.01%
IAAE (kWh/año)	1,477,364.03	932,028.77	-36.91%
IAEFW (kWh/m3)	0.21	0.13	-36.91%
IER (kWh/año)	-	545,335.26	+ 545,335.26 kWh
ERP (%)	-	36.91%	+ 36.91%

FACTURA CON BOMBAS COMO TURBINAS (PATs)	€ 160,042.53
FACTURA SIN BOMBAS COMO TURBINAS (PATs)	€ 246,255.76



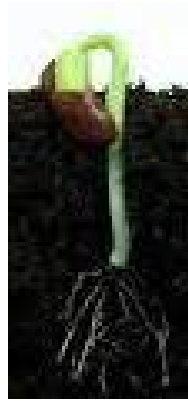
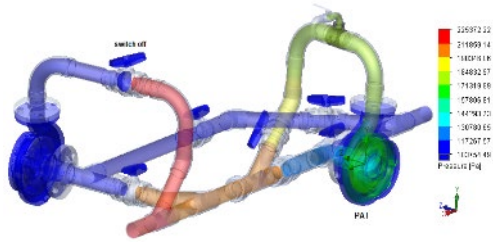
ID	$E_{recuperada}$ (kWh/año)	Reducción Fugas (%)	Incremento Eficiencia volumétrica
1	28,470	63	0.23
2	169,360	52	0.19
3	130,305	61	0.23
4	55,626	26	0.10
5	71,876	10	0.04
6	66,485	19	0.07
8	125,213	10	0.04
9	113,880	9	0.03
10	714,670	3	0.01



2016/17
2019/20
2020/21
2021/22




Desarrollo de herramientas analíticas para la caracterización de la Sostenibilidad de sistemas hidráulicos mediante Indicadores que deFinan **Objetos** de desarrollo sostenible. **SISIFO (2021-2024)**



Estrategia de Optimización Energética en el Circuito Hidráulico para Reducir la Huella Energética en Plantas Depuradoras Mediante Propuesta de Indicadores para el Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. **ARTEMISA (2021-2022)**



Diseño y Construcción de Un Prototipo de Rodete Polimérico para Turbinas Hidráulicas Tipo Pelton, Ideado Como Una Alternativa Económica y Viable para Micro Centrales De generación Eléctrica en Ecuador. **PROPEL (2021-2023)**



Muchas gracias por vuestra
atención

Carmen Hernández
(carhercr@upv.es)

Modesto Pérez-Sánchez
(mopesan1@upv.es)