

II JORNADAS OPERA GREEN AGUA Y MEDIO AMBIENTE

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para la depuración de aguas



Juan José Salas Rodríguez
Jubilado pero Activo (JpA)

jjsr1955@gmail.com

La Línea de la Concepción, 14 de Noviembre de 2023

TARJETA DE VISITA: PLANTA EXPERIMENTAL DE CARRIÓN DE LOS CÉSPEDES (SEVILLA) (1990-2021)



Extensión: 41.000 m²

Sistemas de tratamiento: > 40

**Parcela ensayos reúso agrícola: 6.000 m²
+ 12.000 m² (olivar)**

Laboratorios

Aulas de formación

Estación meteorológica (AEMET)

<https://www.youtube.com/watch?v=SqDTQ3vcAlc>

Definición de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)

DEFINICIÓN DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SbN)



Según la International Union for Conservation of Nature (IUCN), las **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)** son *“un nuevo concepto que abarca a todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres”*.

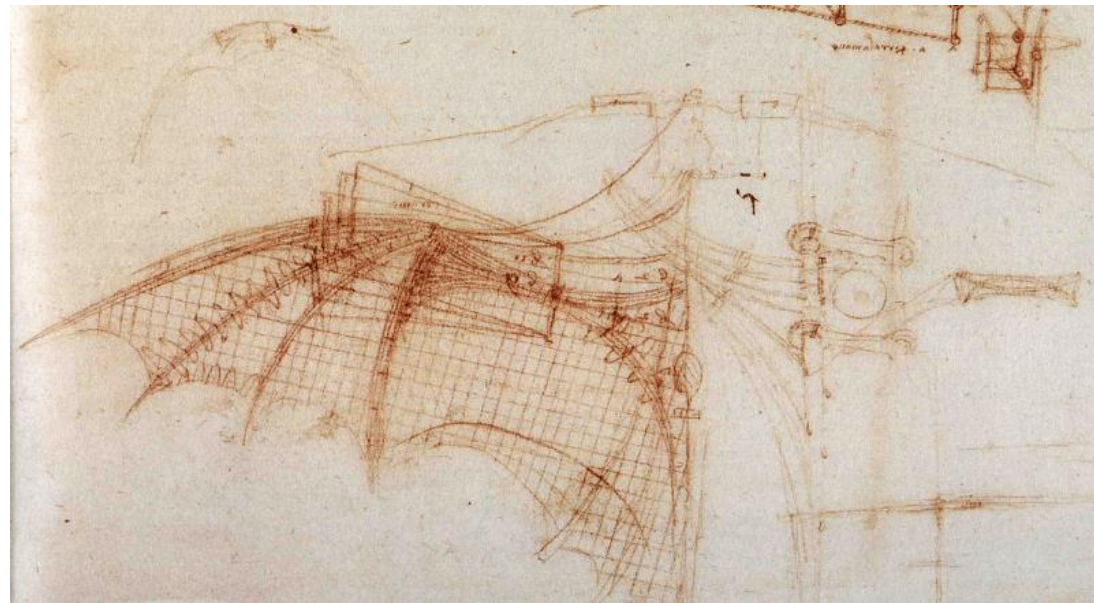
La naturaleza como maestra: la BIOMIMESIS

LA BIOMIMESIS

Desde siempre, el ser humano ha mirado a la naturaleza a la búsqueda de soluciones para resolver sus problemas cotidianos.

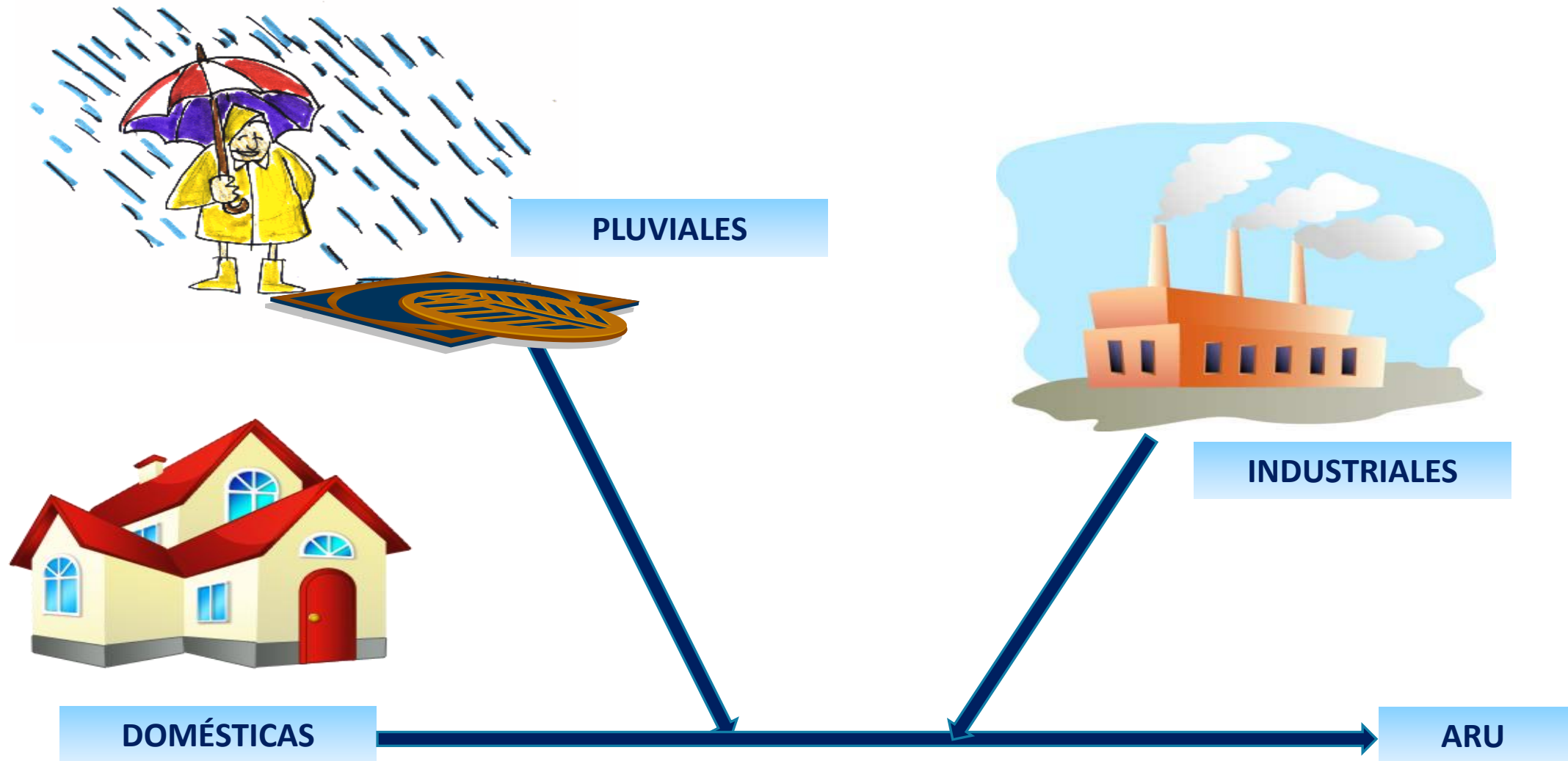
De hecho, existe toda una disciplina, la BIOMIMESIS, que estudia a la naturaleza, como fuente de inspiración de tecnologías innovadoras, para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ya ha resuelto.

Si bien el término *biomimesis* es reciente (se acuñó en 1982), el concepto se remonta a la antigüedad, siendo *Leonardo da Vinci (1452-1519)* uno de sus más asiduos y famosos practicantes. Baste recordar, que de la observación minuciosa del vuelo de las aves, surgió el desarrollo de sus famosas máquinas voladoras.



Soluciones basadas en la Naturaleza para la depuración de las aguas

EL ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS (ARU)



LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: UNA MALDICIÓN BÍBLICA

La generación de aguas residuales domésticas es una consecuencia inevitable de las actividades humanas.



!Y GENERARÉIS AGUAS RESIDUALES!

PROCEDENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

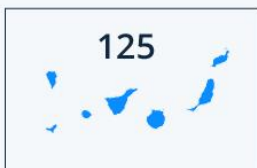


CUANTIFICACIÓN DE LA MALDICIÓN BÍBLICA

Consumo medio de agua de los hogares en España por habitante y día en 2020 (en litros)



Consumo medio nacional
133 litros



122 ■ Ceuta y Melilla

Fuente: INE

Consumo medio de agua potable = 133 l/hab.d

Generación de aguas residuales domésticas:
 $133 \text{ l/hab.d} \times 0,8 \sim 106 \text{ l/hab.d}$

PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS



Objetos gruesos

Arenas

Grasas

Materia sedimentable/flotante

Materia orgánica disuelta/coloidal

Nutrientes (N, P)

Patógenos

Contaminantes emergentes

ELIMINACIÓN (VÍA AEROBIA) DE LAS MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE (DISUELTA O COLOIDAL)

Oxidación



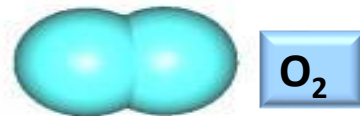
AGUA RESIDUAL



BACTERIAS



OXÍGENO (AIRE)



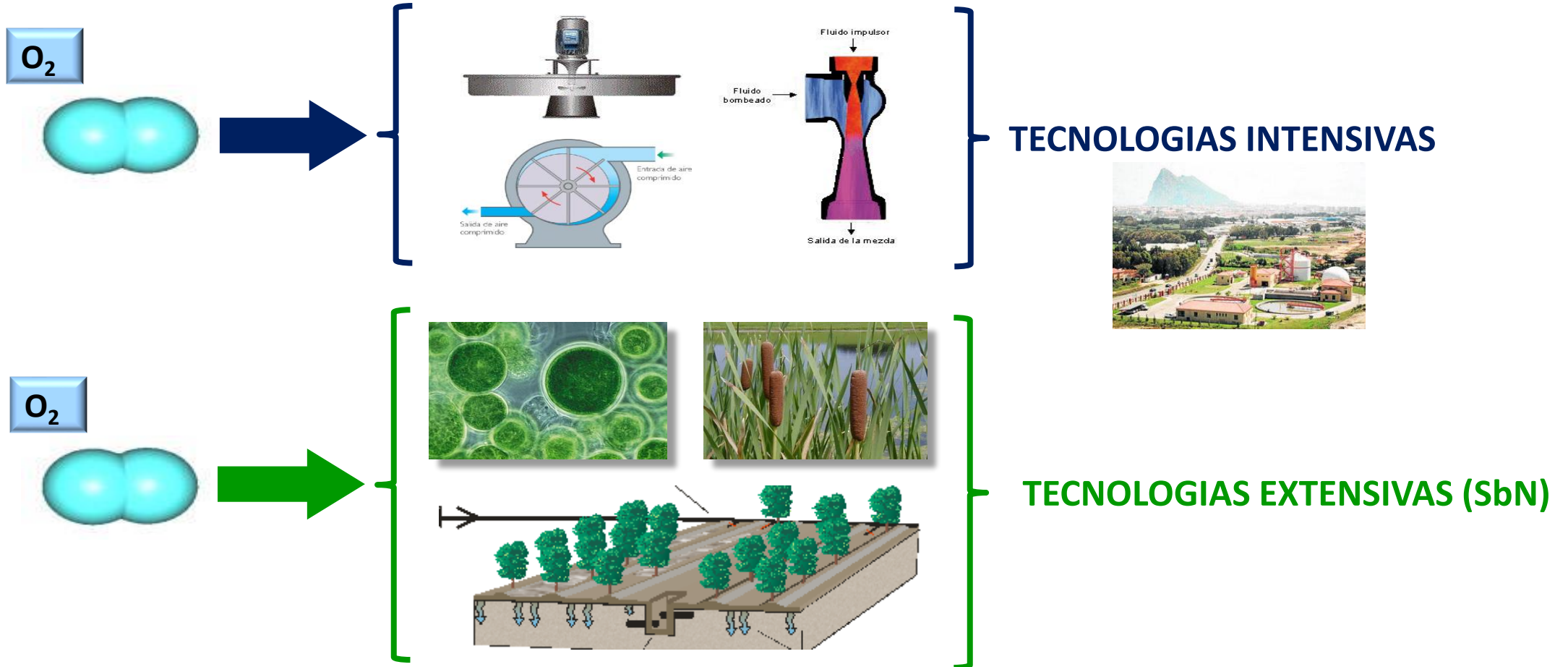
AGUA DEPURADA



LODOS

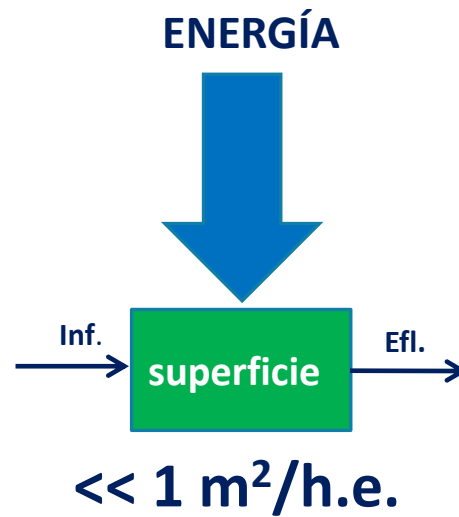
MECANISMOS DE APORTE DE OXÍGENO

Oxidación

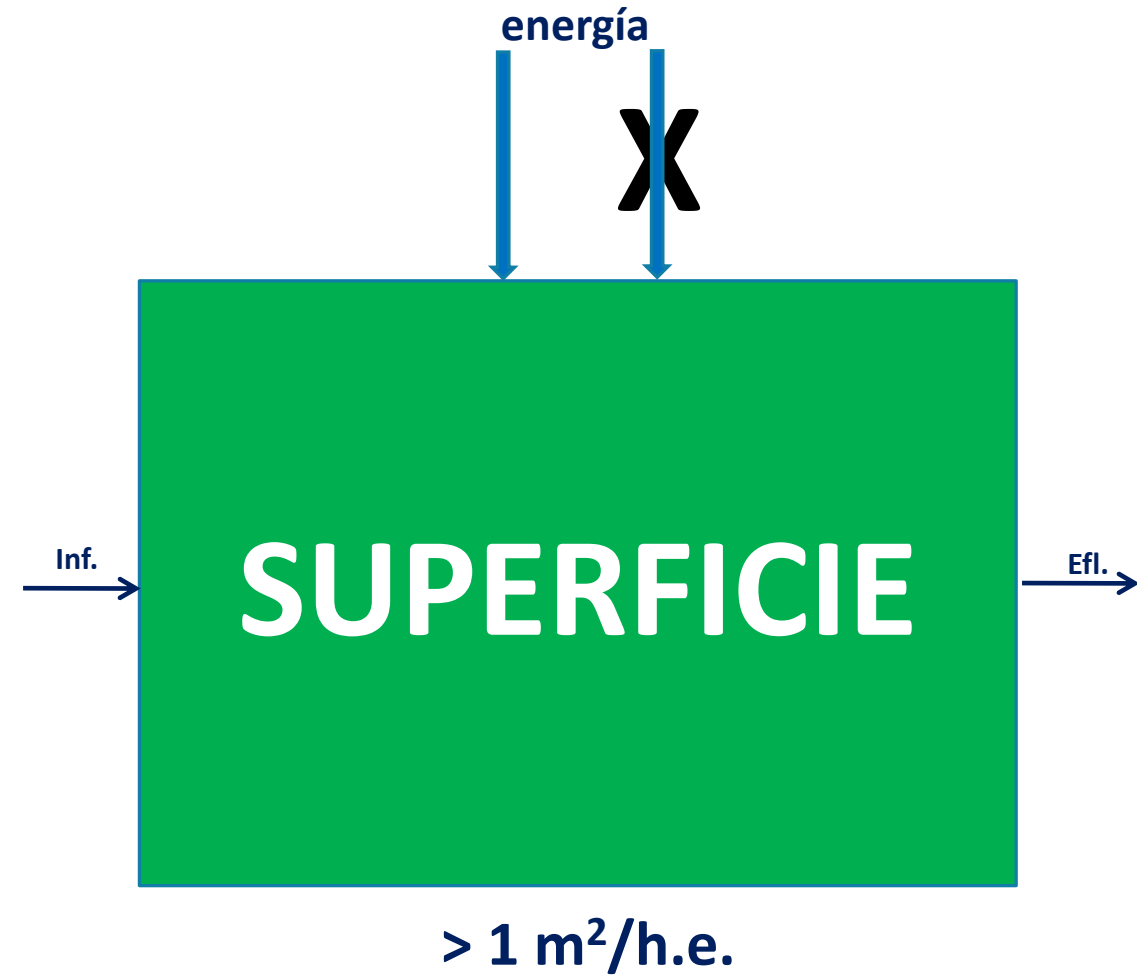


Tecnologías Energía vs. Superficie

TECNOLOGÍAS INTENSIVAS



TECNOLOGÍAS EXTENSIVAS



**La naturaleza nos enseña y
ayuda a depurar las aguas
residuales**

LA BIOMIMESIS EN EL CAMPO DE LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Desde la aparición del hombre, el terreno y las masas de aguas han sido los principales receptores de los vertidos que este genera en sus diversas actividades.

De la observación e imitación de lo que ocurre en estos receptores, han ido surgiendo diferentes tratamientos a lo largo del tiempo.

LAS SbN, IMITACIÓN DE LOS PROCESOS DE DEPURACIÓN QUE SE DAN EN:



Terreno



Ríos, Lagos

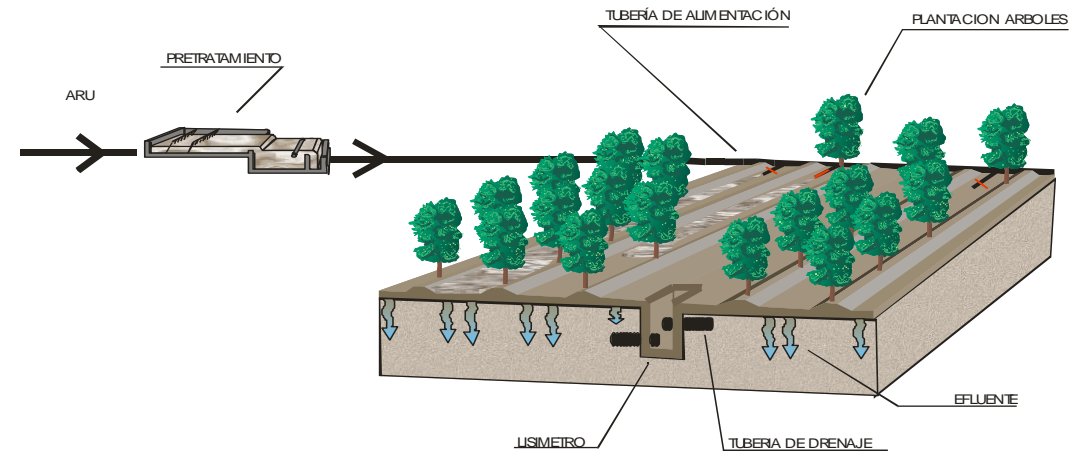
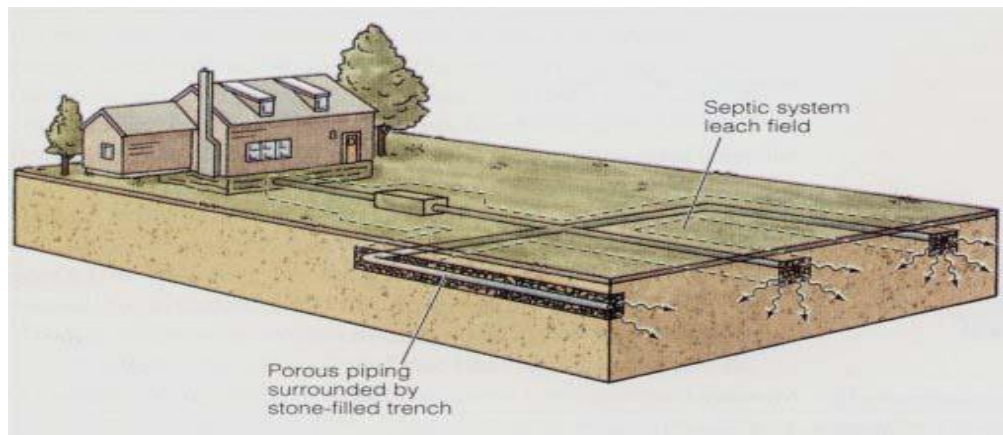
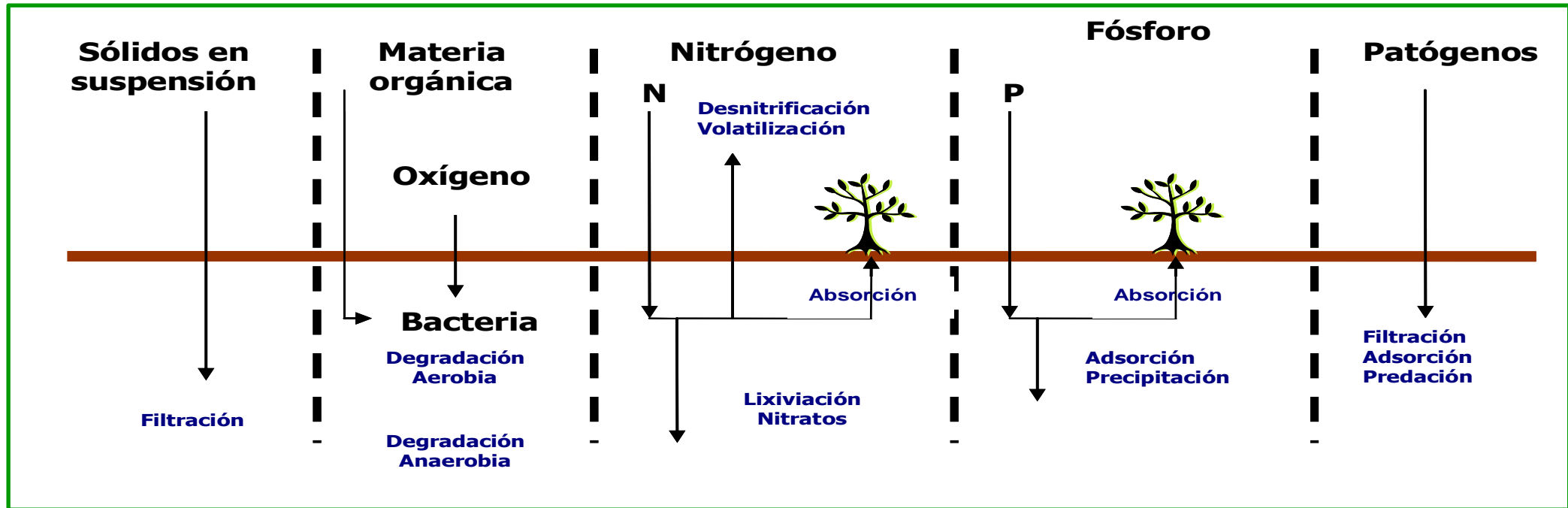


Zonas húmedas

Los depuración de las aguas residuales por aplicación al terreno



EL TERRENO COMO DEPURADORA



Oxigenación por alternancia de la zona de riego

EL TERRENO COMO DEPURADORA

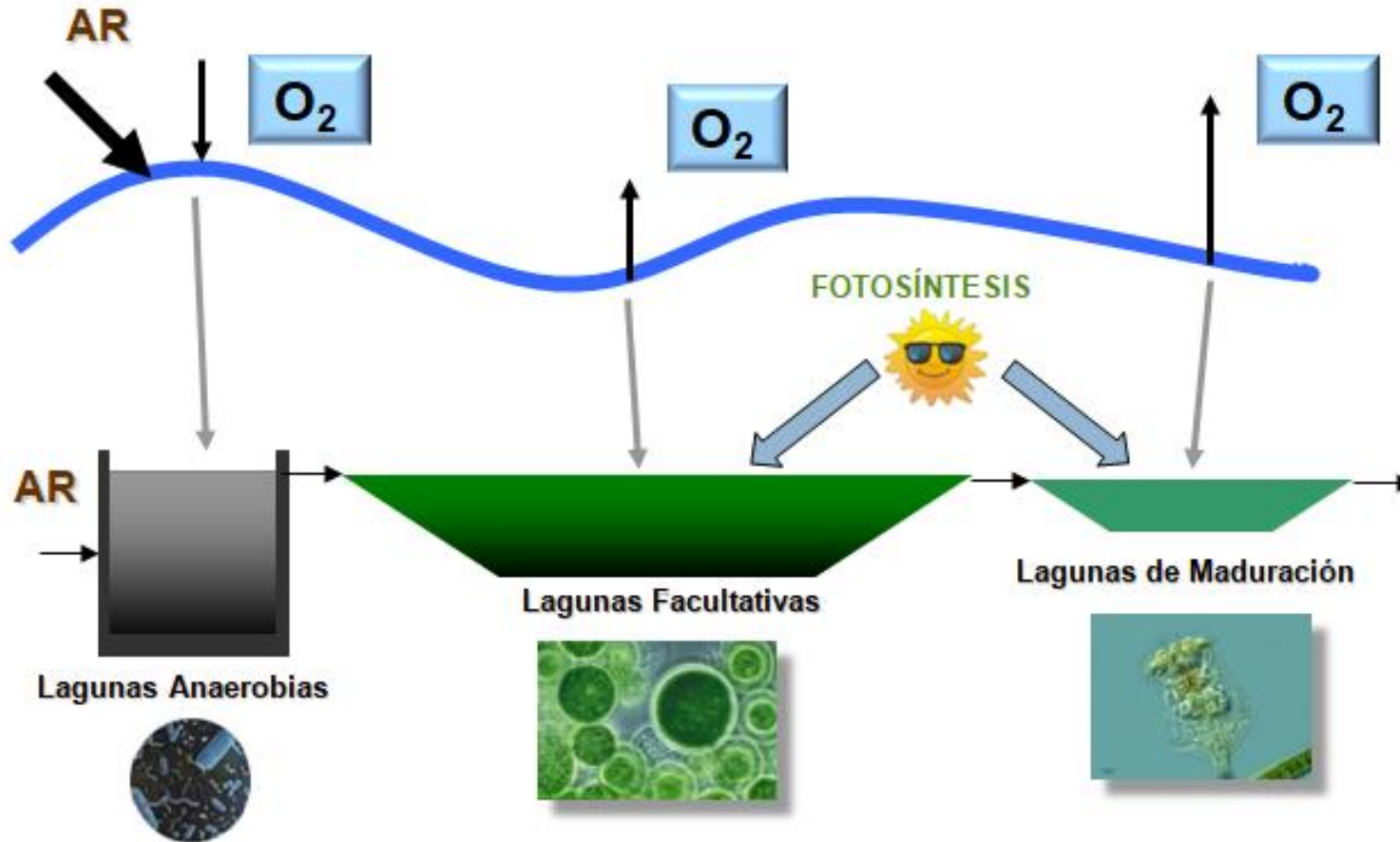
Localidad	País	Año	Tipo de sistema	Superficie (has)
Croydon - Beddington	Gran Bretaña	1860	Utilización directa del agua residual	252
Paris	Francia	1869	Riego	640
Leamington	Gran Bretaña	1870	Utilización directa del agua residual	160
Berlín	Alemania	1874	Utilización directa del agua residual	2.720
Wroclaw	Polonia	1882	Utilización directa del agua residual	800
Calumet City (Michigan)	Estados Unidos	1888	Infiltración rápida	5
Woodland (California)	Estados Unidos	1889	Riego	96
Fresno (California)	Estados Unidos	1891	Riego	1.600
Melbourne	Australia	1893	Riego	4.160
San Antonio (Texas)	Estados Unidos	1895	Riego	1.600
Braunschweig	Alemania	1896	Utilización directa del agua residual	4.400
México DF	México	1900	Riego	44.800

Fuente: Metcalf&Eddy (1998)

La depuración de las aguas residuales simulando un río



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SIMULANDO UN RÍO



Las **Lagunas de Estabilización** reproducen, de **forma artificial**, los procesos naturales de eliminación de contaminantes que tienen lugar en **ríos y lagos**.

Lagunaje \approx río compartimentado en **balsas sucesivas**, que **disminuyen** progresivamente **su profundidad** y **aumentan** su contenido en **oxígeno disuelto**.

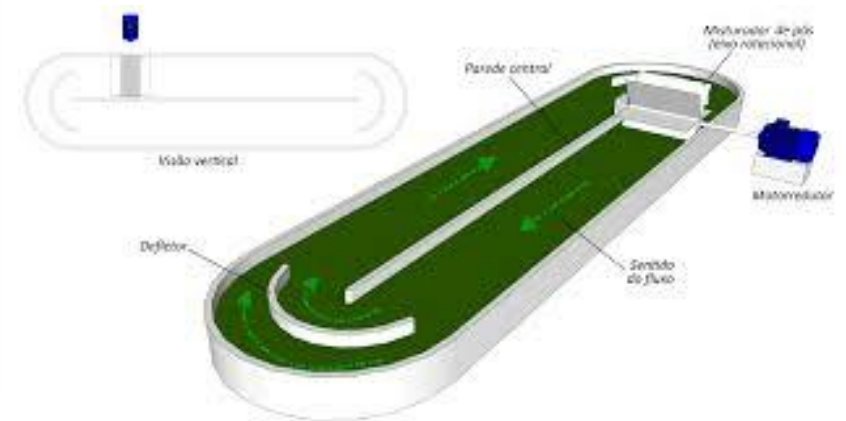
LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SIMULANDO UN RÍO



EDAR de Agramón (Hellín, Albacete)

Población tratada: 676 habitantes

Inauguración: Mayo 2022



Los depuración de las aguas residuales mediante humedales

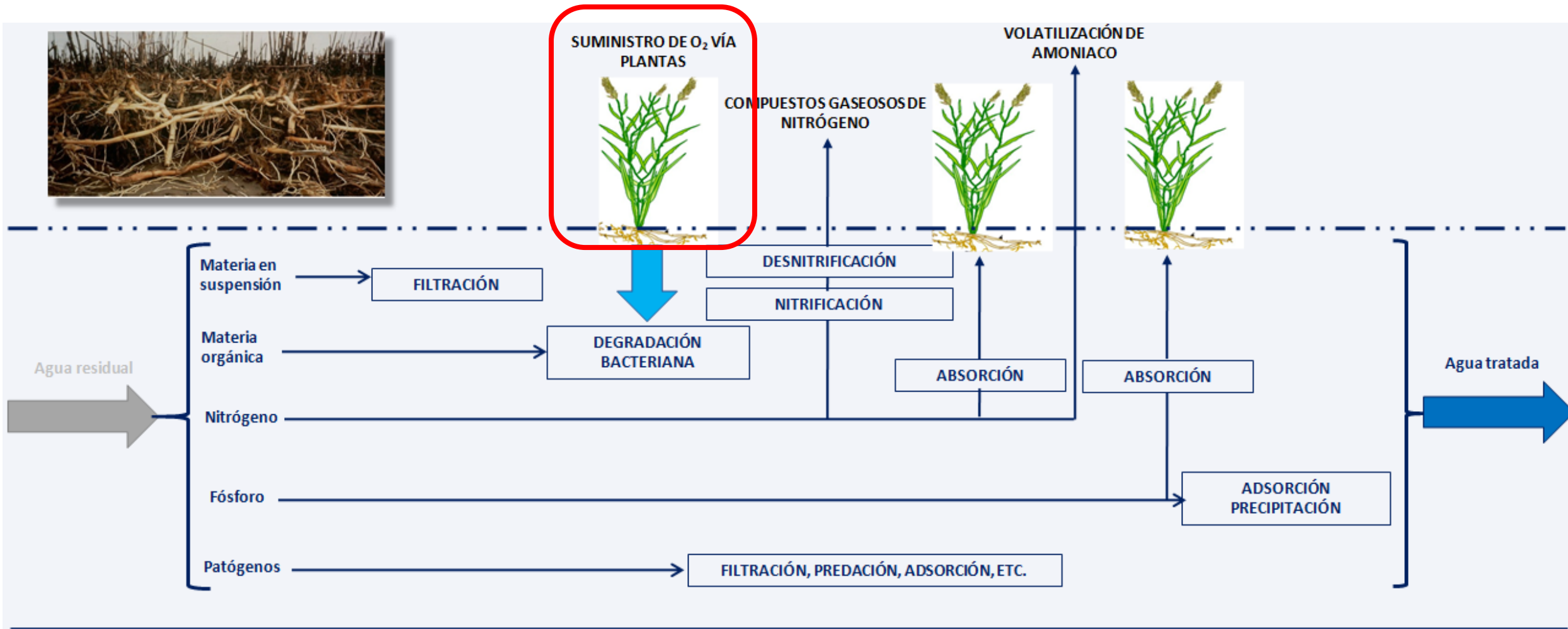


LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

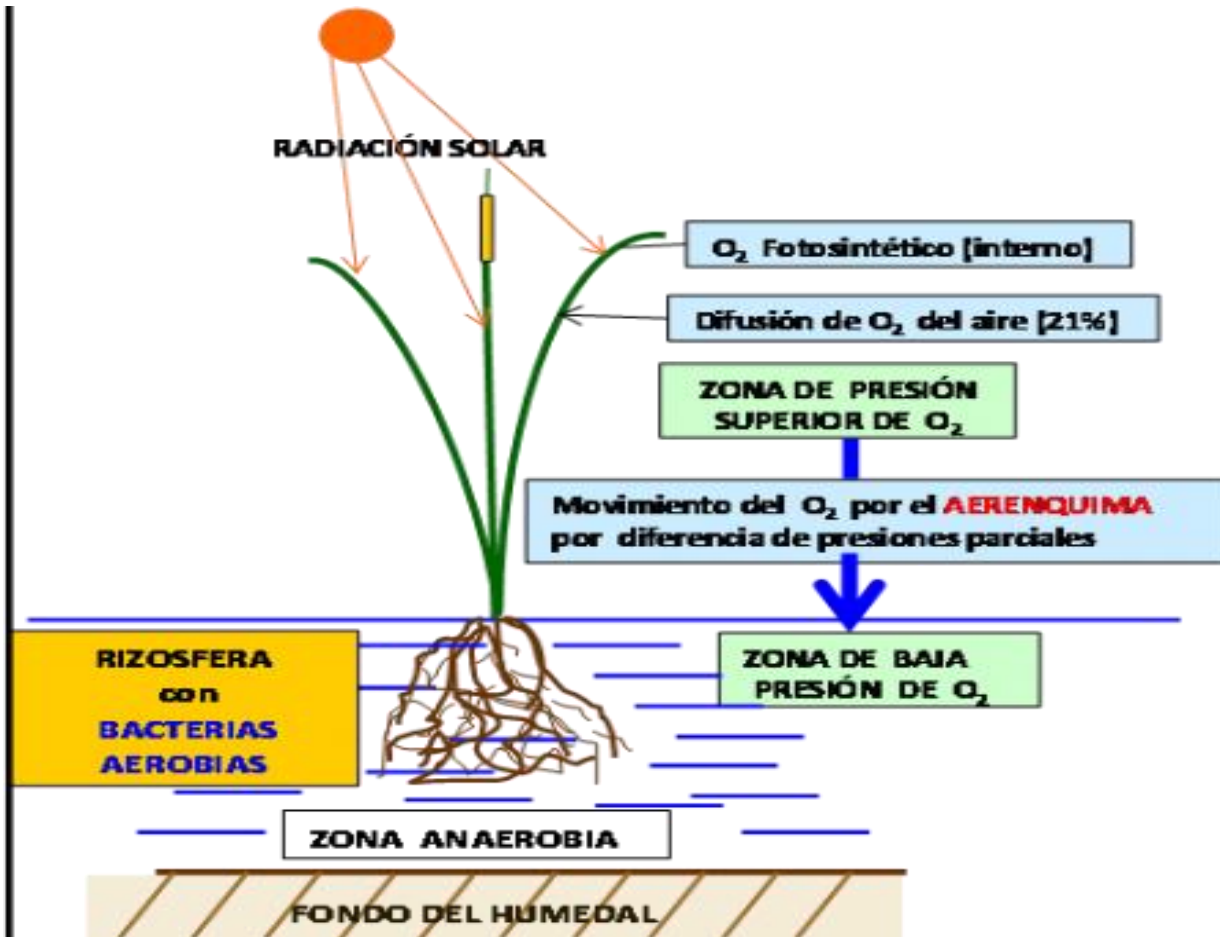
La depuración de las aguas residuales tiene lugar al hacerlas circular (*filtración*) a través de estas zonas húmedas artificiales, en las que se desarrollan *procesos físicos, químicos y biológicos*.



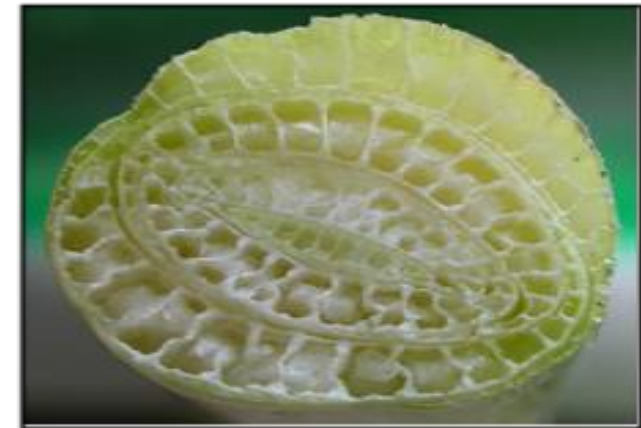
LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

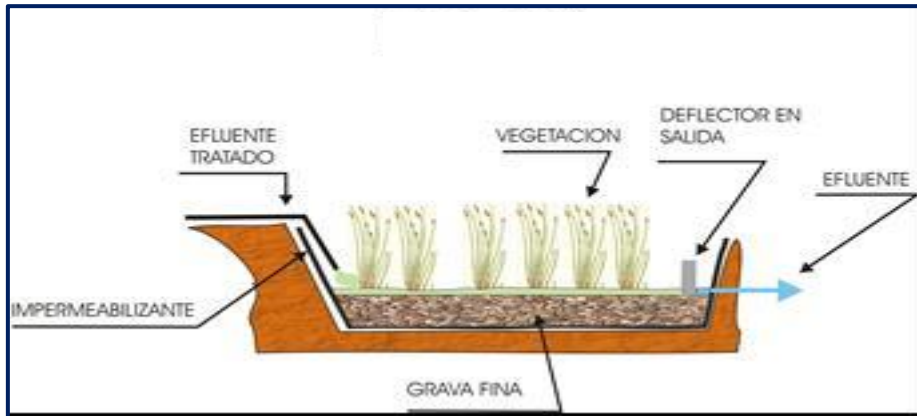


Aerénquima de hojas y tallos de una helofita (*Typha* sp.)



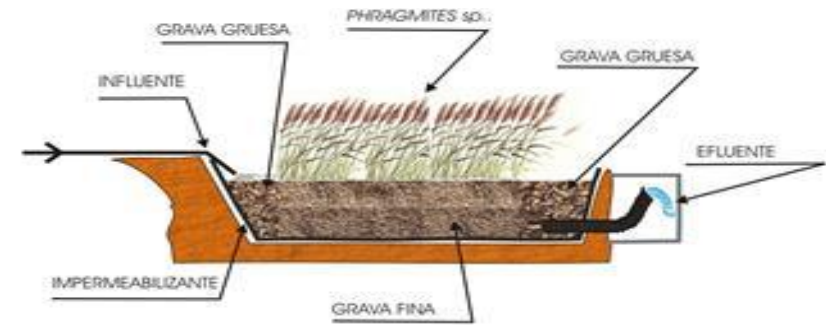
LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Humedales de Flujo Superficial

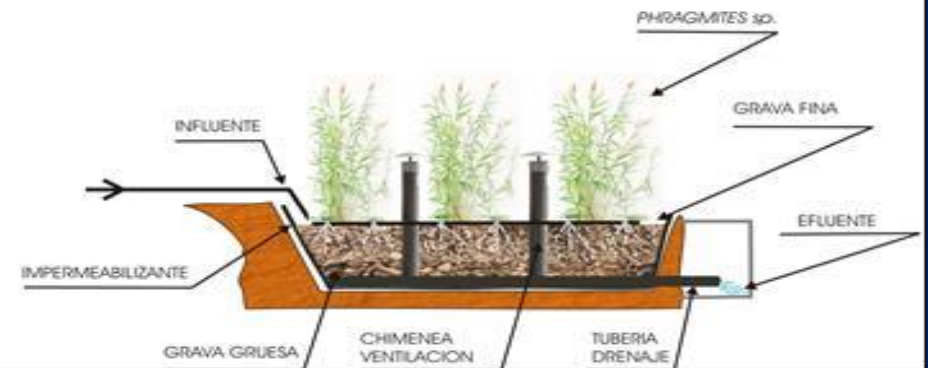


Humedales de Flujo Subsuperficial

Horizontales



Verticales



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Humedales de Flujo Superficial

EL TANCAT DE LA PIPA (LA ALBUFERA - VALENCIA) (40 has, 2009)



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal

PTAR ALFÉS (LÉRIDA) (329 h.e., 2002)



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical

CARACTERÍSTICAS

Caudal diario: 49,5 m³/día

Flujo DBO₅ : 19,8 kg/día

	1 Etapa
Flujo	Vertical
Alimentación	Pozo de bombeo
Dimensiones	3 filtros de 130 m ²

ANÁLISIS VERTIDO

	PARAMETROS	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	MES (mg/L)	pH
	LIMITES	125	25	35	Entre 6 y 9
10/11/2018	SALIDA EDAR	45	21,9	11	7,77
27/05/2019	SALIDA EDAR	15	9,8	5	6,90
16/10/2020	SALIDA EDAR	52	11,9	10	7,5
28/06/2021	SALIDA EDAR	< 15	7	2	7,3



Presupuesto total ejecución: 121.000,00 €
Coste mantenimiento: 2.900 € / año

Costo construcción: 370 €/h.e.
Costo mantenimiento: 8,8 €/h.e./año



PTAR RUEDA DE JALÓN (ZARAGOZA) (330 h.e., 2018)



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical: Modelo Francés

EDAR de Castelserás (Teruel) (1.650 h.e., 2018)



CARACTERÍSTICAS

Caudal diario: hasta 330 m³/día

Flujo DBO₅ : 99 kg/día

	Etapa 1	Etapa 2
Flujo	Vertical	Vertical
Alimentación	Pozo de bombeo	Pozo de bombeo
Dimensiones	6 lechos de 242 m ²	4 lechos de 243 m ²

RENDIMIENTOS

	Influyente (mg/l)	Efluente (mg/l)	Rendimiento (%)
Sólidos en Suspensión	292	3	99,0
DBO ₅	310	5	98,4
DQO	532	20	96,2

COSTES

Coste de construcción: 424 €/h.e.

Costo de mantenimiento: 4,2 €/h.e./año



LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES

Coreses, Monfarracinos y Villanueva contarán con depuradoras ecológicas
Medio Ambiente da luz verde a los tres humedales artificiales y a los colectores que conectarán Villaralbo y Morales con la EDAR de Zamora

La ACA inaugura la EDAR de Bonastre en Tarragona basada en humedales artificiales

Humedal en pleno campus

La DGA proyecta cinco plantas de depuración con humedales

Planta depuradora con humedales artificiales para el centro de cirugía de mínima invasión Jesús Usón en Cáceres

LIFE Renaturwat, un nuevo proyecto europeo para mejorar la calidad de las aguas con humedales artificiales

Carrícola, “pueblo en transición” donde se ensaya una depuradora natural

La depuradora de Aguilar de Codés permitirá disponer de un tratamiento de agua más completo

DAM demuestra el potencial de los humedales artificiales para el tratamiento de lodos en pequeñas poblaciones

Los humedales artificiales, un potencial para el tratamiento de lodos en pequeñas poblaciones (DAM)

Ea deja de verter aguas fecales a las faldas del Ogella con su nueva depuradora ecológica

La CHD construye una depuradora natural en Esguevillas de Esgueva formada por dos humedales artificiales como alternativa sostenible

Planta depuradora con humedales artificiales para la población de Vilar do Río (Pontevedra)

Inaugurada la EDAR de Fresno el Viejo en Valladolid que incluye un tratamiento biológico con humedales artificiales

Concluyen las obras de creación del humedal artificial ecológico de Paraños que depurará aguas residuales

Sahún ya trata las aguas residuales urbanas en Humedales Artificiales

DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES: CAMBIO DE PARADIGMA



No se esconden las depuradoras, ¡SE ENSEÑAN!

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

jjsr1955@gmail.com

<https://www.linkedin.com/in/juan-jos%C3%A9-salas-rodr%C3%ADguez-m%C3%A9dico-del-agua/>

<https://www.facebook.com/juanjose.salas.969>

<https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas>

