

RAFAEL MUJERIEGO

PRESIDENT DE
L'ASSOCIACIÓ ESPANYOLA
DE REUTILITZACIÓ
SOSTENIBLE DE L'AIGUA
(ASERSA)





JORNADA
Sabadell, ciutat
capital de l'aigua
regenerada

La gestión del agua en la “nueva” normalidad climática mediterránea

Catedrático de Ingeniería Ambiental de la Universidad
Politécnica de Catalunya (UPC) y presidente de ASERSA

Sabadell: ciutat capital de la regeneració de l'aigua

Sabadell, 4 de juny de 2025

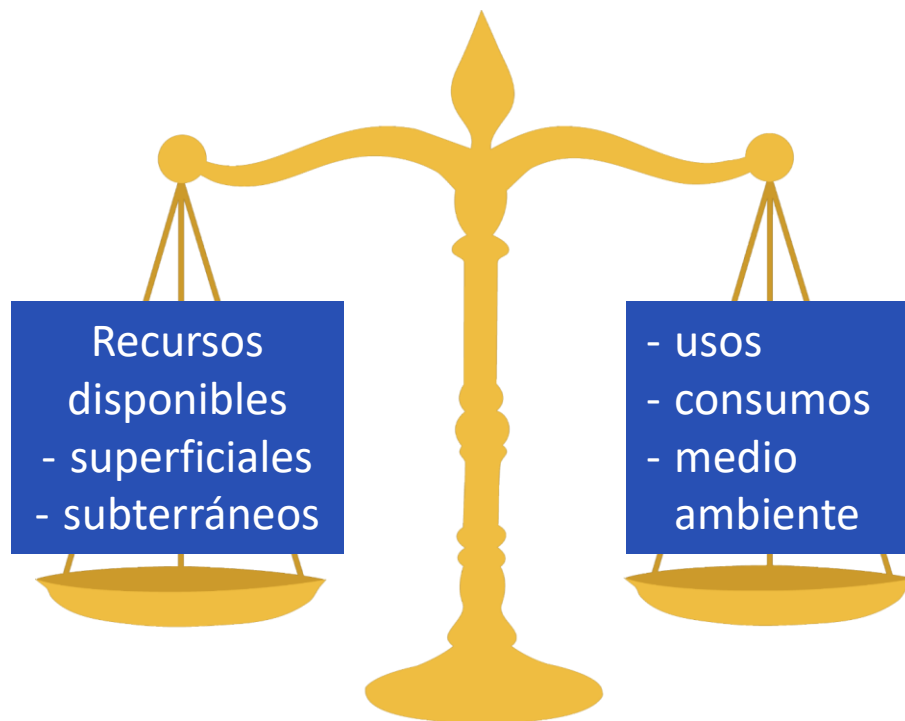
Mi más cordial felicitación

- ***Sabadell: ciutat capital de l'aigua regenerada***
- Resalta la importancia de la comunicación, con ideas motivadoras y claras
- La comunicación es un complemento esencial de
 - La ciencia y la tecnología
 - La economía y las finanzas
 - La gestión de los proyectos
 - La normativa protectora de la salud y el medio
- Es una manifestación elocuente de la voluntad política de la iniciativa

Un “nuevo” contexto hidrológico

- Disponibilidad:
 - *Mayor irregularidad* pluviométrica: *mayor incertidumbre hídrica*
 - *Mayor incertidumbre energética*: geopolítica, disponibilidad y costes
 - *Mayor interés en el Nexus energía-agua*: uso de energías renovables
- Usos y consumos:
 - Usos concentrados en zonas urbanas metropolitanas (*megalópolis*)
 - Una población creciente: +8.000 M hab; 10.000 M hab (2060-80)
 - Notables variaciones estacionales causadas por el turismo
 - Una agricultura abastecedora de alimentos
 - Una industria necesitada de *fiabilidad de suministro*, “*just in time*”

El gran reto hídrico: *equilibrar, con fiabilidad*



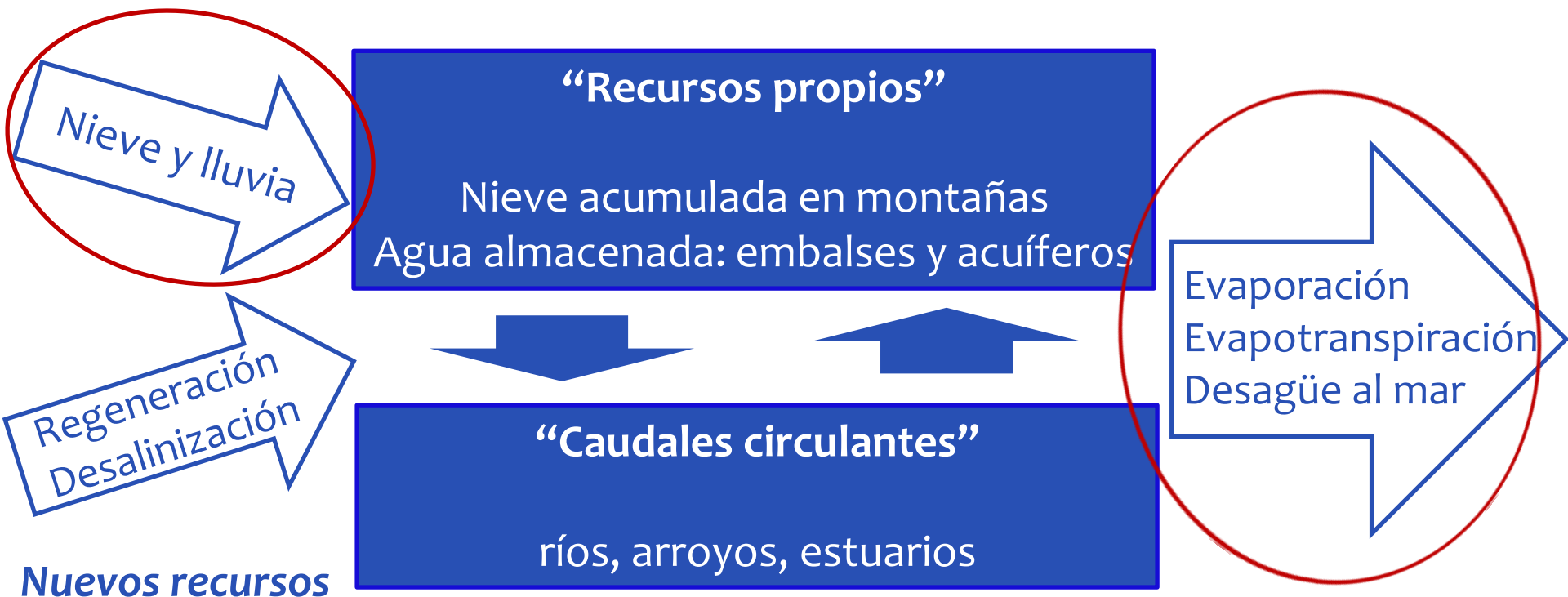
Conceptos innovadores

- **Gestión integrada (*sistémica*):**
 - Énfasis en las interrelaciones de sus elementos, además de la totalidad
 - Diferencia entre *integrada* (sistémica) e *integral* (totalidad)
- **ONE WATER:** el recurso *es único*, aunque con diferentes
 - estado: vapor, agua (líquido), nieve y hielo (sólido)
 - ubicación: superficial, subterráneo
 - calidad: agua de mar, agua salobre, agua dulce, agua usada, agua regenerada

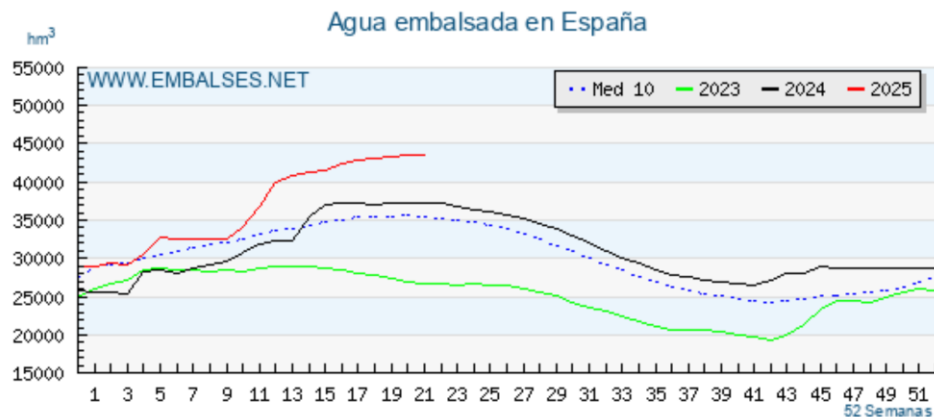
Una visión integrada de la unidad de cuenca:



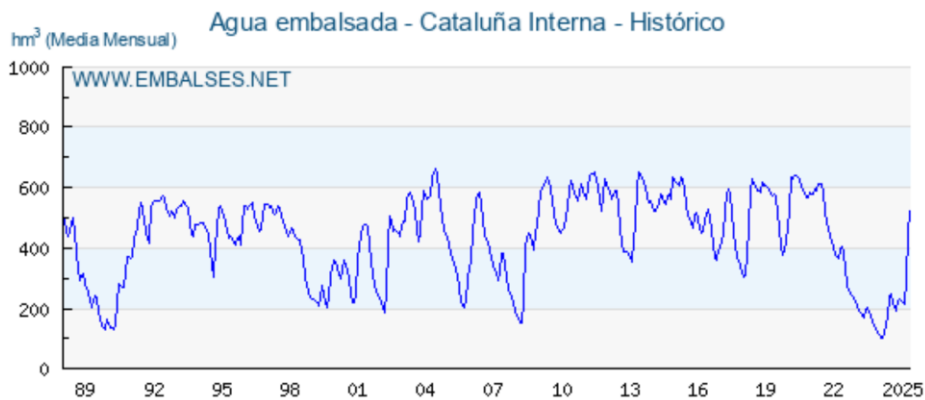
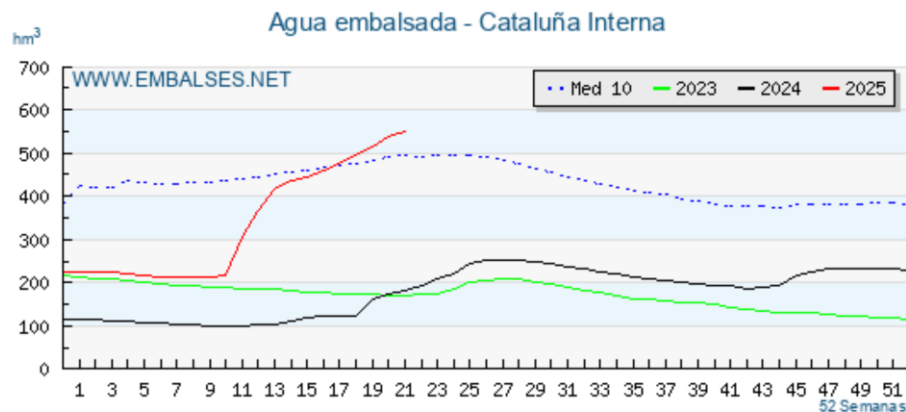
Un patrimonio de agua dulce (de la cuenca)



Aportaciones (*cada vez más*) irregulares



Aportaciones regionales más irregulares



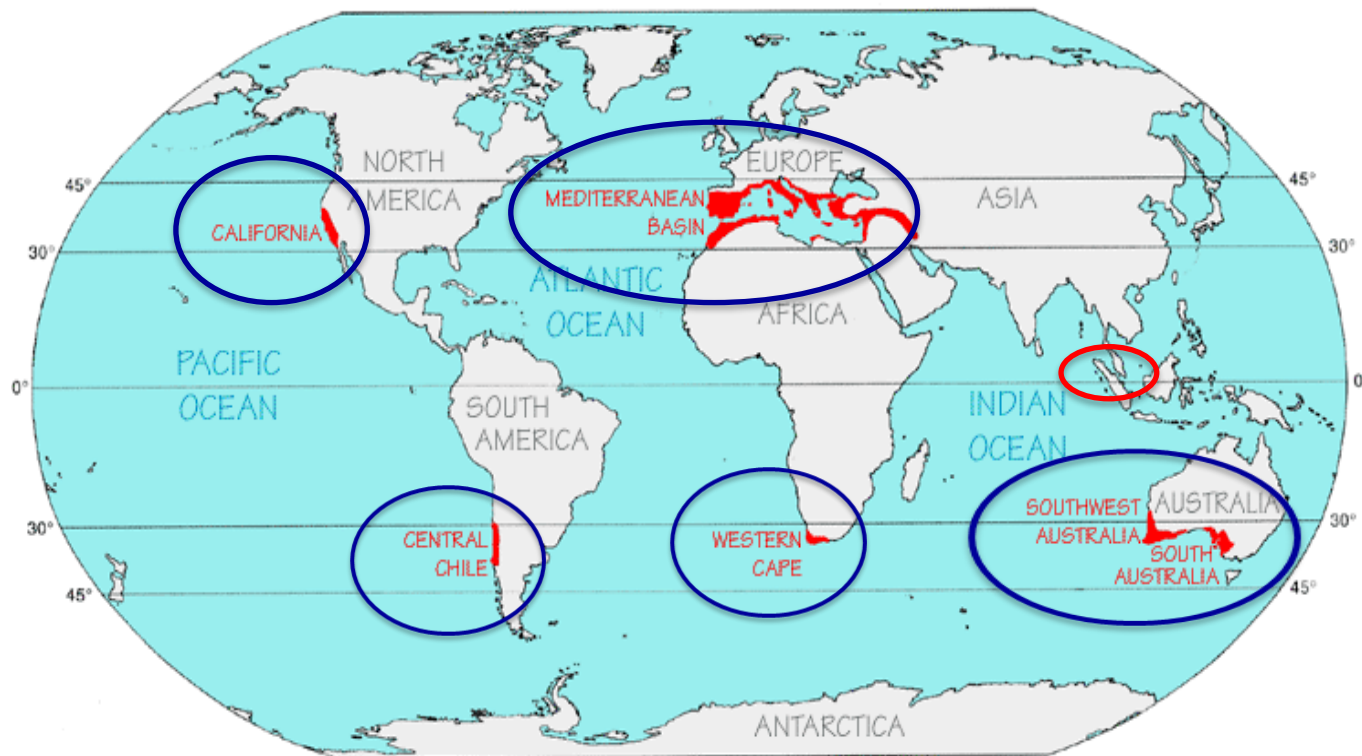
Posibles “hojas de ruta” para la gestión

1. Estudios con modelos climáticos, cada vez más sofisticados, con predicciones basadas en datos pasados y actuales
 2. Seguimiento de patrones de comportamiento, con observaciones pasadas y actuales, en latitudes climáticas similares
- Son enfoques complementarios, no excluyentes
 - El clima mediterráneo, de especial interés para nosotros

El clima mediterráneo

- Caracterizado por *su irregularidad pluviométrica (tradicional)*
- Está experimentando *una irregularidad MÁS INTENSA*
- Se registra en *5 zonas geográficas del mundo:*
 - La gran *Cuenca Mediterránea*
 - y *otras cuatro zonas de latitud muy similar* a la nuestra
 - Varias de las cuales ya han sufrido sequías de mayor intensidad y duración que la nuestra
 - Con gran liderazgo y visión de futuro (*por su NECESIDAD DE AGUA*)

Las 5 regiones de clima mediterráneo



Ecosystems of the World, Vol. II, Mediterranean-Type Shrublands (F. DiCasti, D.W. Goodall and R.L. Specht, Eds.), Elsevier, Amsterdam, 1981. **Gentileza del Prof. X. Martín-Vide**

California: nuestro “gemelo” climatológico

- Registra una **mayor irregularidad pluviométrica** desde los años 2000
- Ha interiorizado (**aceptado**) la necesidad **proactiva** de adaptarse
 - Todos los partícipes: población, comercio, agricultura e industria
- Ha adoptado e impulsado nuevas estrategias de gestión
- De forma acelerada **desde 2017: tras una intensa sequía de 5 años**
- Especialmente en el **Sur de California (tres condados costeros)**:
 - 50.000 km² y más de 20 M habitantes
 - Clima semi-árido (como Murcia y Almería)
 - Dependiente históricamente de trasvases del Norte y el Este

Visión hidrológica de California

Figure 3-2 Map of California with Major Rivers and Facilities



en 2013

Regulación $\approx 55.000 \text{ hm}^3$

Regadío $\approx 3,8 \text{ M ha}$

Tradición minera: acuíferos son privados

Recursos públicos $\approx 15 \%$

Trasvases en años 1970

State Water Project (del Norte)

Colorado Aqueduct (del Este)

Sin prioridad de usos

Sin gestión integrada

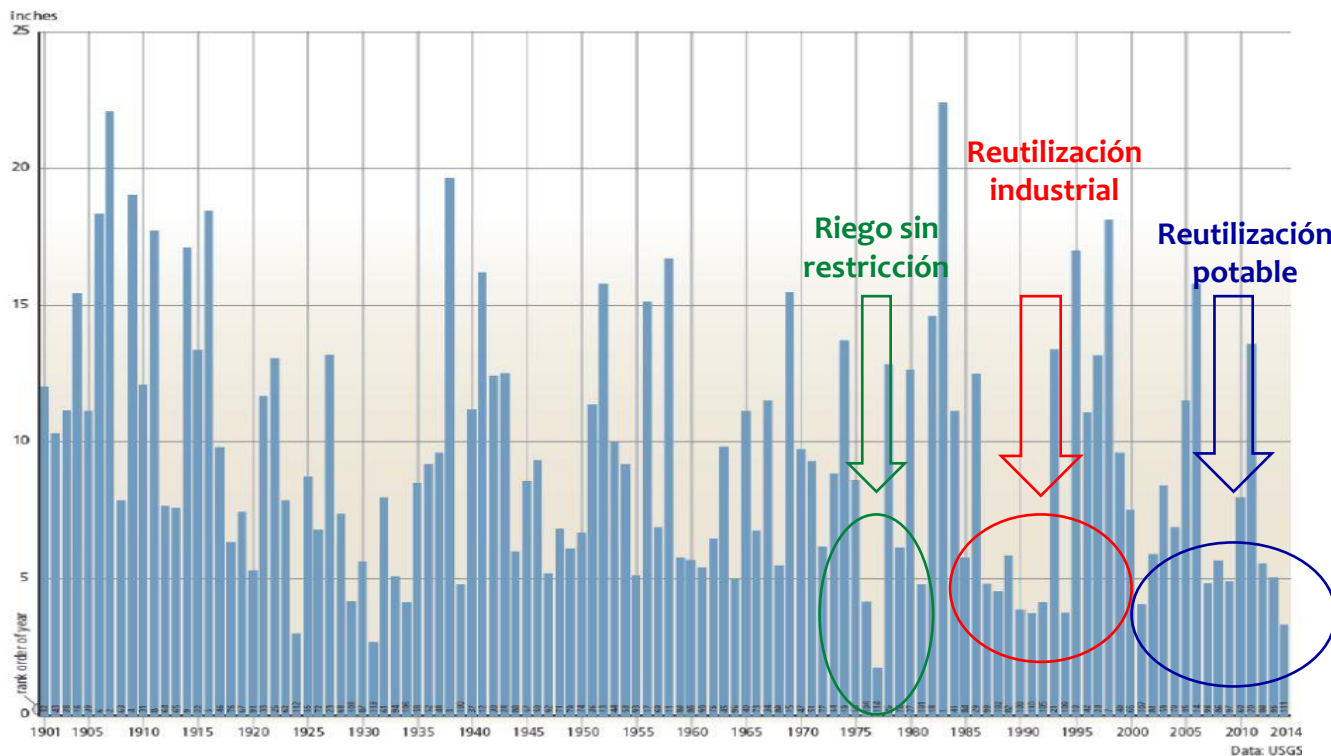
Con acuerdos entre Districts

“caso por caso”

Gestión integrada entre “Districts”

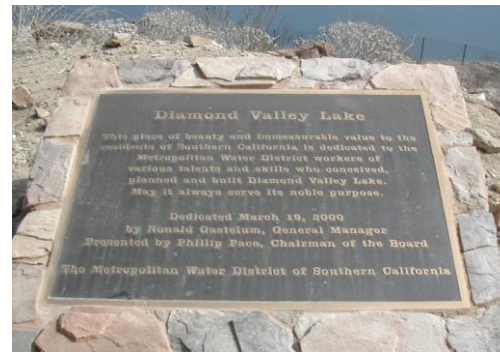
- Gran compromiso de liderazgo e innovación ante sus abonados
- *El desacuerdo no es una opción...*
- Trabajan “sin prisas, pero sin pausas”
- Proclaman tres principios de gestión integrada agua-saneamiento:
 - Asegurar la **protección de la salud pública**
 - Promover la **fiabilidad del suministro**
 - Adoptar soluciones **económicas** (renta per capita estatal de **105.000 dólares**)
- Declaración de Carollo Engineers, WateReuse Review, enero 2025
 - *“En la reutilización del agua, el éxito emana de la colaboración”*

Una gran irregularidad pluviométrica



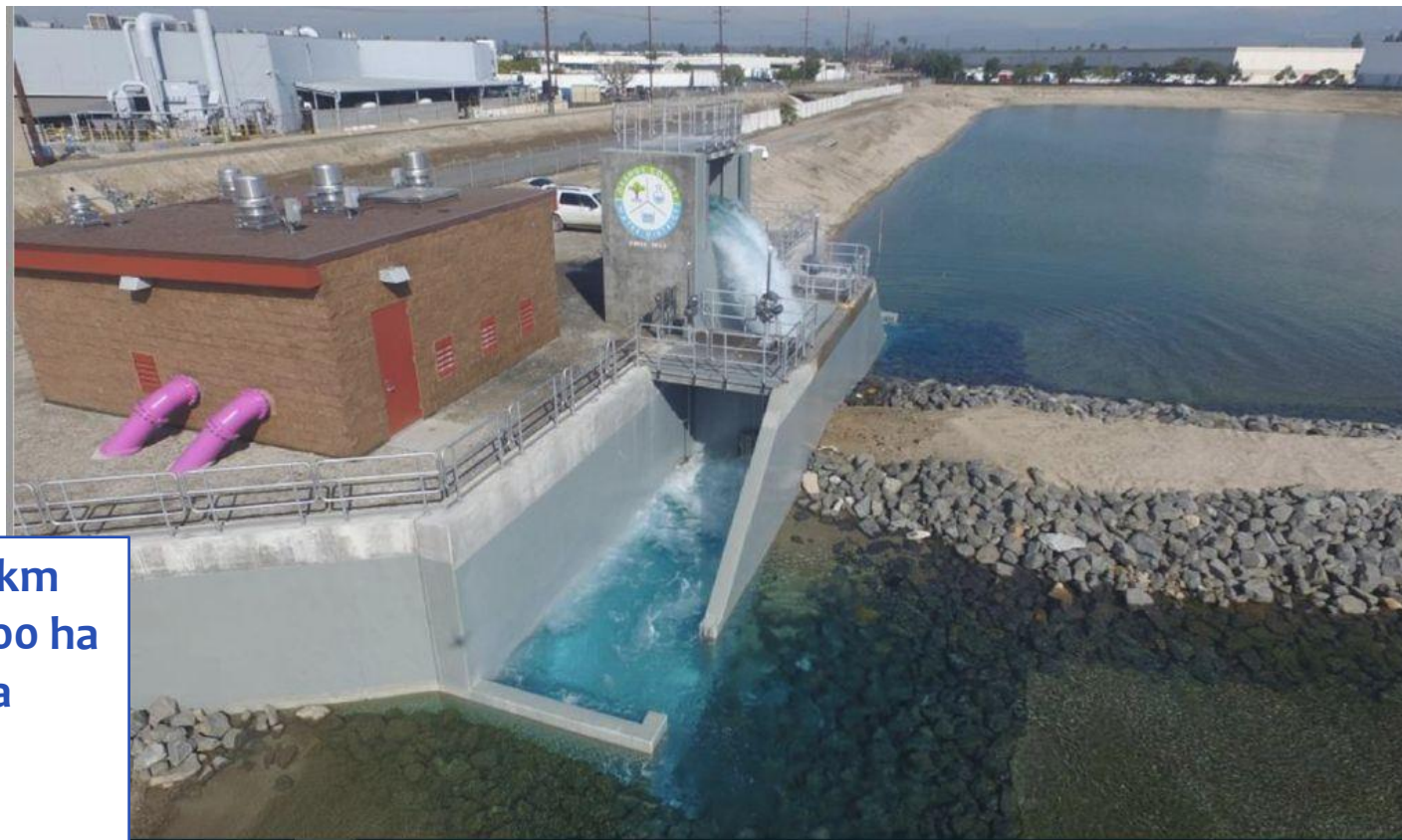
Escorrentía calculada a escala estatal

Regulación, *Diamond Valley Lake*, 2000



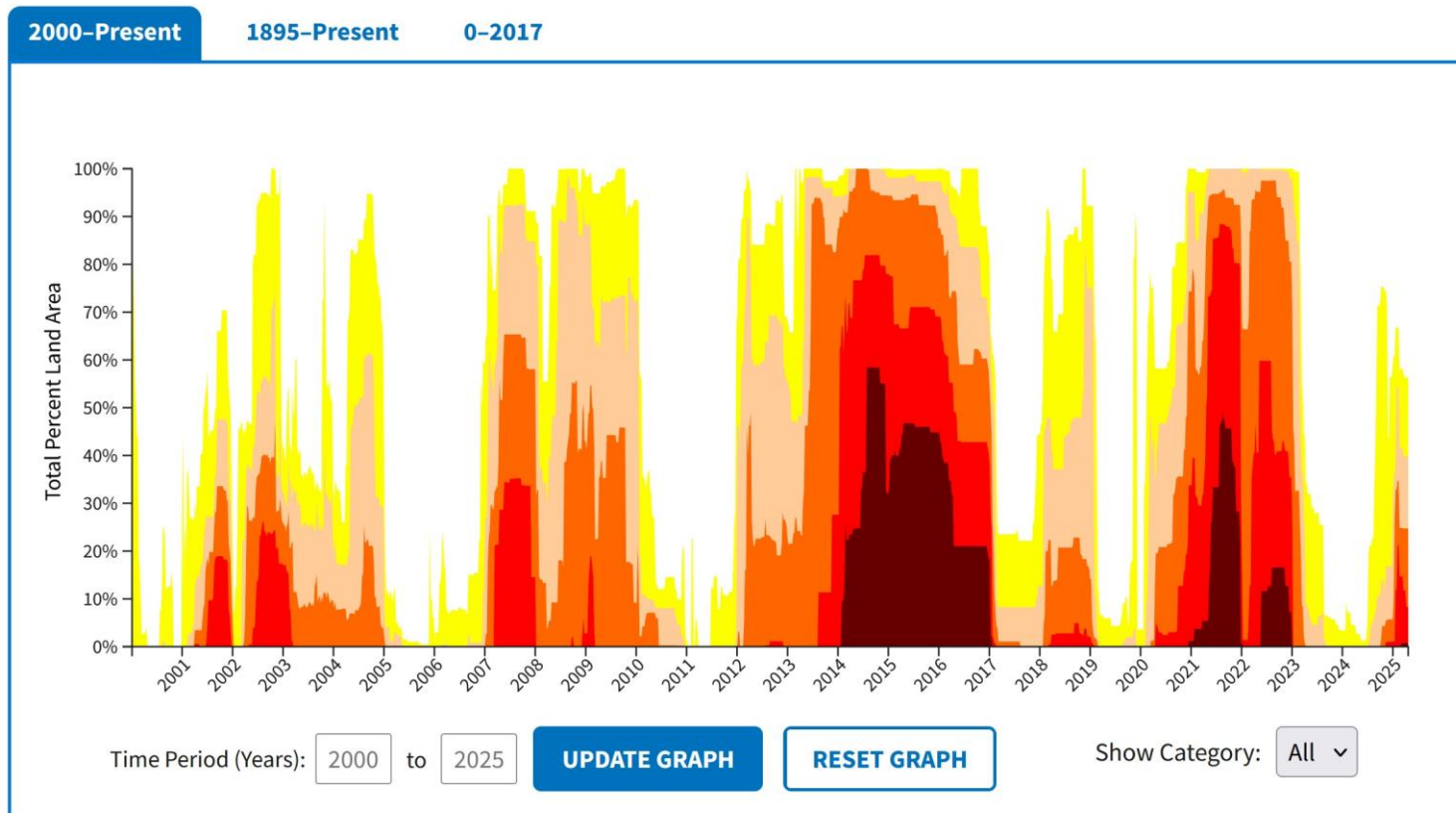
año 2000
1.000 hm³
2.000 millones de dólares

Recarga del acuífero de Orange County



Anaheim, a 21 km
Acuífero: 75.000 ha
490.000 m³/día
1,2 kWh/m³
0,65 \$/m³

Desde el año 2000, una sequía cada dos años



Una larga sequía, de 5 años: 2012-2016



+ 800 km
al Norte

Statewide Water Savings Exceed 19 Percent in October; Most of State Still Experiencing Drought Conditions

Dec. 6, 2016 – The State Water Resources Control Board today announced that urban Californians'



Servicio Forestal EEUU, en
2018
112 M de árboles secos

2023: Terminada con intensas lluvias

- En cuestión de tres meses: enero a marzo de 2023
- ***Embalses repletos de agua de lluvia***, con unos 55.000 hm³
- ***Nieve acumulada*** por valor equivalente a más de 55.000 hm³
- Deshielo acelerado por olas de calor: ***alarmas de inundaciones***
- Alarma por la seguridad de las presas: acumulación y desembalse acelerados

Enero-febrero 2023: intensas nevadas



Tomado del New York Times



Tomado de Chippewa.com

Febrero 2024, extensas borrascas

Los Angeles Times

carries from the ocean near Hawaii to the mainland.



A photo captured by NOAA's GOES-West satellite showed a "Pineapple Express" bringing tropical moisture to the West Coast on Tuesday. (CIRA/NOAA)

Febrero 2024: inundaciones catastróficas

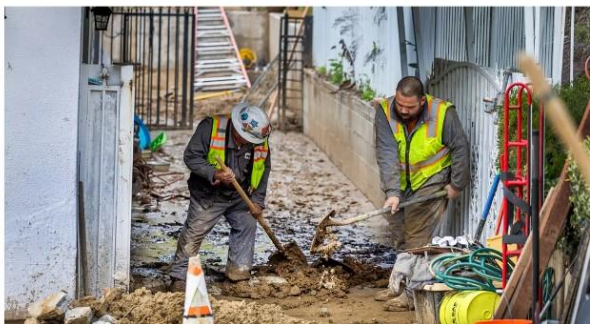
Los Angeles Times



Can plastic bag ban be fixed? Clean energy Super Bowl ads Satellite show California snow Rethinking the L.A. River View All >

CALIFORNIA

Record rain saturates SoCal landscape, heightening fears of more landslides



Los Angeles Times

CALIFORNIA

California granted federal disaster relief for historic February storms



Subscribers are Reading >

POLITICS

[FOR SUBSCRIBERS](#)

Major Supreme Court case could open California's homelessness policies

CALIFORNIA

[FOR SUBSCRIBERS](#)

A celebrated L.A. astrology influencer's stunning fall from 'healer' to solar eclipse killer

COMPANY TOWN

[FOR SUBSCRIBERS](#)

'The fairy dust fades away': Why the people who play Disneyland's costumed characters are unionizing

CALIFORNIA

Nueva recarga de acuíferos: Antelope Valley

Capacidad: **345 hm³**

Extracción: **16
hm³/año**

210.000 viviendas

Acuerdo:

MWD 211M\$

Terrenos de AVEK

Embalse en derivación, “Sites Reservoir”

For Release: Nov 2, 2023



Proposed location of Sites Reservoir

<https://sitesproject.org/>

En el Valle del Sacramento, donde se producen excedentes de caudales

1.800 hm³ - 4.500 M\$

330 km canal hasta el río Sacramento

Incremento del **15% de la capacidad de regulación** del norte del Estado

Construcción: **2026 a 2032**

Nuevas estrategias operativas desde 2000

- Es esencial implantar un ***estricto control de vertidos***
- Abandono de la ***ampliación de*** redes de distribución de agua no potable existentes (doble red): los costes actuales hacen ***inviable la ampliación***
- Adopción generalizada de una ***nueva estrategia***:
 - ***Disminuir las inversiones en nuevas (doble) redes de distribución no potables***
 - ***Aumentar las inversiones en regeneración avanzada (purificación)***
 - Producir un agua de gran calidad (igual o superior a la potable)
 - Incorporando un ***proceso de renaturalización: acuífero o embalse***
 - Distribuir la por las redes de agua potable existentes

Requisitos energéticos

- Trasvasar agua desde el Norte hasta el Condado de Los Angeles
 $\approx 1.800 \text{ hm}^3/\text{año}$, **$2,4 \text{ kWh/m}^3$**
- Purificar agua para uso potable, en Orange County Water District (OCWD)
 $\approx 490.000 \text{ m}^3/\text{día}$ ($160 \text{ hm}^3/\text{año}$) en el acuífero, **$1,2 \text{ kWh/m}^3$**
- Desalinizar agua en San Diego (+800 km al Sur)
 $70 \text{ hm}^3/\text{año}$, **$3,5 \text{ kWh/m}^3$**

Inversiones millonarias para 2035

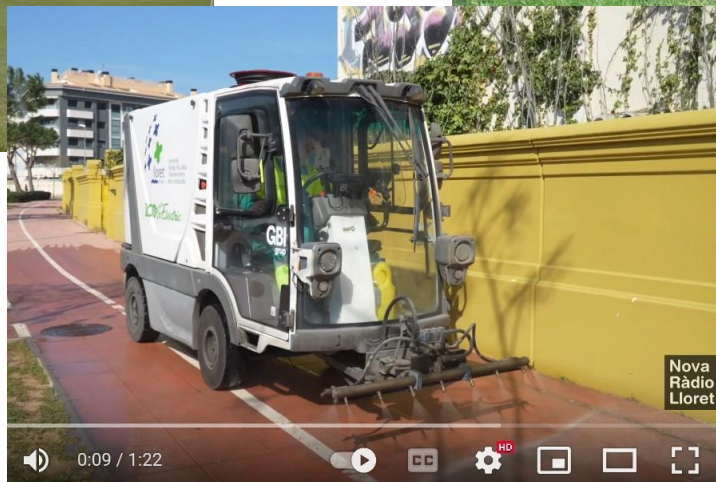
- *Metropolitan Water District*, proveedor en alta a 20 M de habitantes
- *Ciudad de Los Angeles*, 5 M de habitantes
- *Orange County Water District*, GWRS Project, 3 M de habitantes
 - 2023 ampliación a **490.000 m³/día (160 hm³/año)**
- *San Diego ciudad*, Pure Water San Diego, 1,5 – (3,5) M de habitantes

Objetivo (2035): 2 hm³/día ($\approx$ 750 hm³/año)
 $\approx$ 16.000 M\$

El nuevo suministro de *agua regenerada*

- Una nueva especialidad profesional: ***regenerador/purificador de agua***
- ***Con unas facetas esenciales:***
 - ***la excelencia técnica no es garantía de éxito***
 - ***la comunicación y la divulgación son esenciales: la percepción es la realidad***
- Magníficas y grandes expectativas: competencias técnicas de potabilizador
- Parámetros adicionales a la depuración: turbiedad, microbiología, contaminantes orgánicos (farmacéuticos e higiene personal)
- Conocimiento de su ecología, significación y detección ($\mu\text{g/L}$, pg/L , ng/L)
- Los incumplimientos de calidad requieren protocolos de actuación muy específicos y urgentes, como la potabilización

Consorci D'Aigües Costa Brava Girona, 1985



0:09 / 1:22



Tarragona: regeneración avanzada, 2013

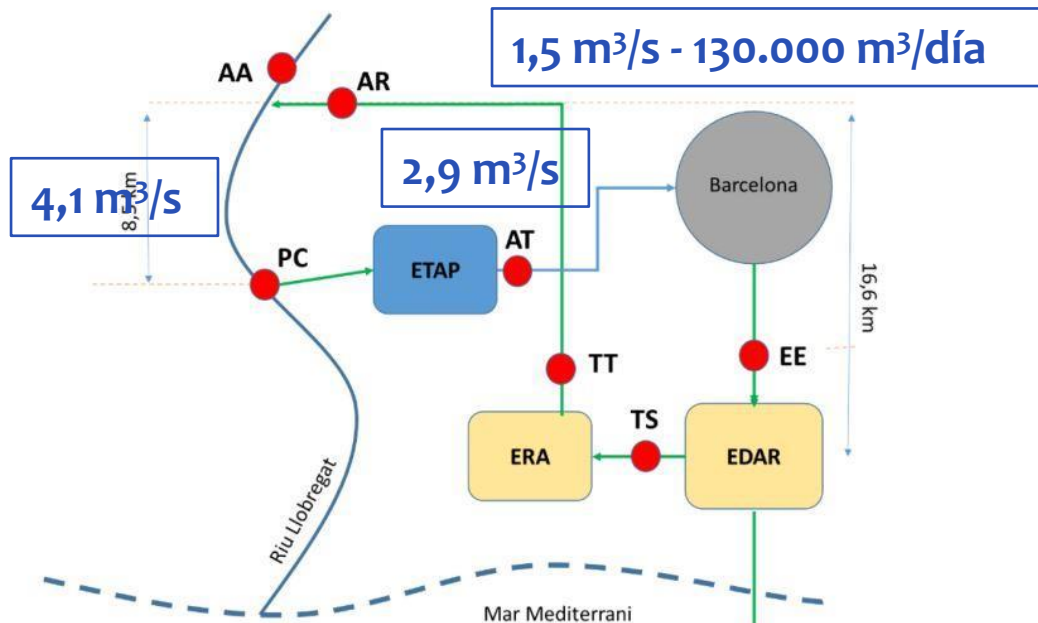


10º Aniversario: junio 2023



Efluente regenerado: 41 %
Producción: 6 hm³/año
18 % consumo petroquímica

AMB, recarga potable: río Llobregat, 2023



Cortesia de la Agència Catalana de l'Aigua

(ACA) Situació dels punts mostrejats en la prova demostrativa per als compostos químics ordinaris, substàncies prioritàries, contaminants emergents i elements microbiològics.

Proyecto Aiguaneix, en Roses, 2025

PROJECTE

Projecte Aiguaneix,
aigua purificada
per a la Costa Brava nord



Proceso de purificación:

1. Cloraminación
2. Ultrafiltración
3. Ósmosis Inversa
4. Oxidación avanzada
5. Filtración en carbón activado
6. Remineralización

Capacidad:

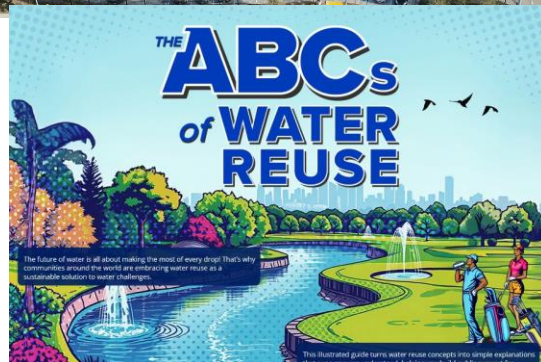
6 m³/h de agua ultrafiltrada y
4 m³/h filtrada con ósmosis
inversa y demás tratamientos

<https://aiguaneix.cacbgi.cat/projecte/>

Comunicación documental y arquitectónica

Albert Robles Center, CA, 55.000 m³/d

m³/día



Take home messages

- El clima mediterráneo está registrando ***una irregularidad pluviométrica superior a la tradicional***, con sequías plurianuales más intensas y precipitaciones torrenciales de agua
- La adaptación a esa mayor irregularidad pluviométrica requerirá la ***intensificación de las formas tradicionales de gestión***, como el ahorro y el uso eficiente, además de una ***mayor regulación hidrológica*** y el desarrollo de ***fuentes innovadoras de agua***, como el agua regenerada y el agua purificada
- Disponemos de conocimientos, medios técnicos, proyectos en funcionamiento y modelos de gestión para adaptarnos al cambio necesario, considerado como inevitable y urgente, a fin de alcanzar una mayor autosuficiencia de recursos hídricos, locales, fiables y económicos.

Take home messages

- Conviene ***impulsar un nuevo sector profesional*** altamente especializado y regulado: el regenerador de agua y distribuidor de agua regenerada.
- ***Con énfasis en la comunicación, la colaboración y la adaptación cultural al “nuevo recurso”, además de la competencia en gestión de riesgos***
- La adopción sistemática de la terminología correcta asegura una correcta percepción y aceptación del público
- La confusión e incomprensión es la puerta de acceso a la desconfianza, la incredulidad y el rechazo
- Utilizando diversos medios de comunicación: oral, escrito y arquitectónico

ASERSA Open Webinar Series



Llámenos al + 34 618 326 444 | secretario@asersagua.es |

Búsqueda rápida...



Asociación Española de Reutilización Sostenible del Agua

[Inicio](#)

[Quiénes somos](#)

[Socios](#) ▾

[Noticias](#)

[Actividades](#) ▾

[Publicaciones](#) ▾

[FAQ sobre R&R](#)

[Contacto](#)

ASERSA Open Webinar Series 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024



ASERSA Open Webinar Series



ASERSA Webinario #1



ASERSA Webinario #2



ASERSA Webinario #3

Webinarios sobre Regeneración, Reutilización y Gestión Integrada del Agua

*¡Moltes gràcies per la
seva atenció!*