GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Reutilización Planificada y Gestión Integrada del Agua

Rafael Mujeriego
Catedrático de Ingeniería Ambiental
Universitat Politècnica de Catalunya
Presidente de ASERSA

XXXVIII Curso sobre "Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras"
CEDEX, Madrid, noviembre de 2021

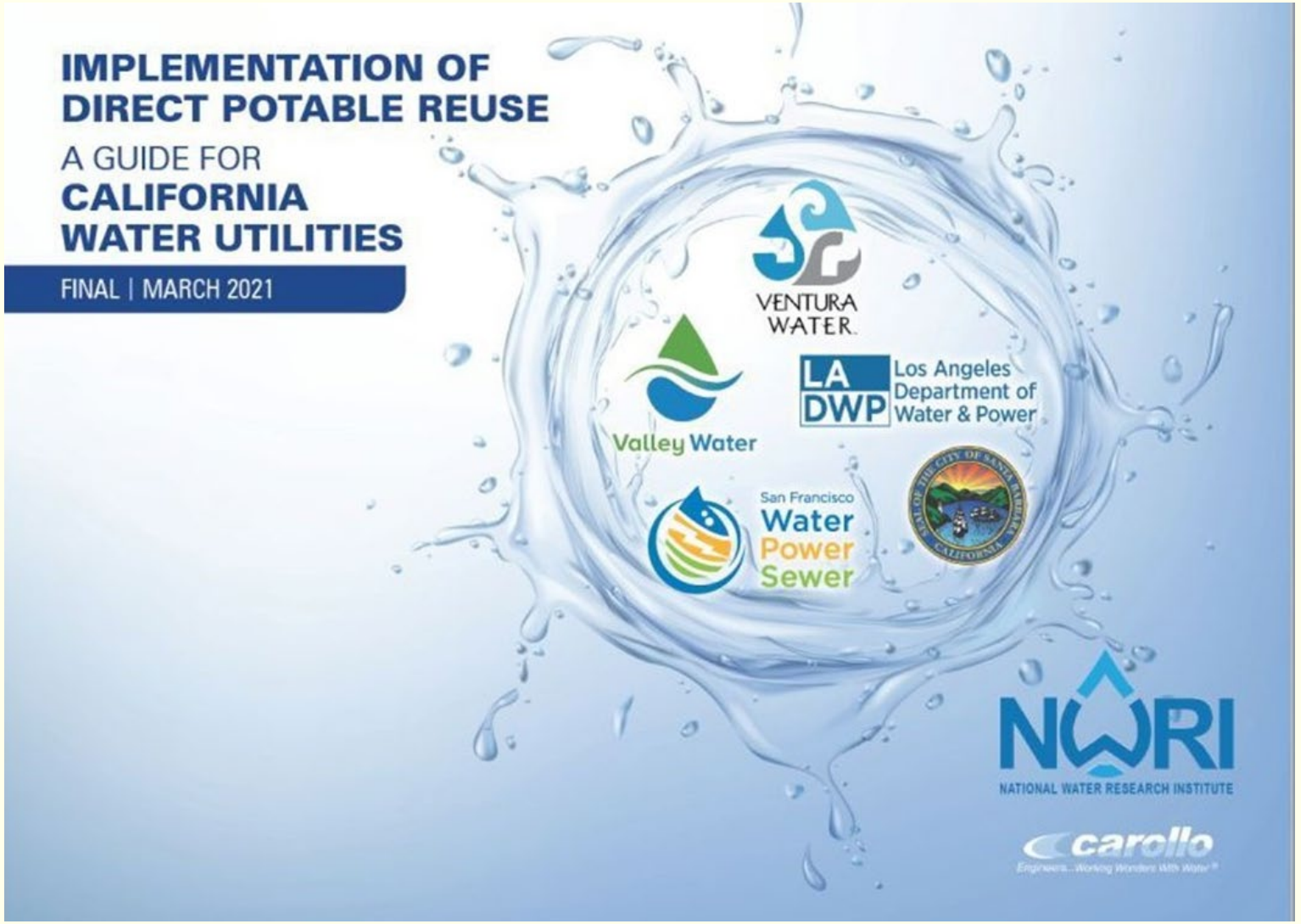
Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

asersa
Asociación Española de Reutilización Sostenible del Agua

Una estrategia de gestión valiosa

- Con más de 50 años de desarrollo e historias de éxito
- Ejercida por "depuradores", pero con mentalidad de "potabilizadores" de agua
- Con notables exigencias normativas sobre la calidad del agua
- ***La gestión del riesgo*** para la salud pública y el medio ambiente (WSP de la OMS)
  - Riesgos fundados
  - Reflejado normativas desde 1850
  - Percepción sicológica y emocional
- **La gestión económica:** muy influida por la gestión del saneamiento
- El gran reto actual: ***la gestión de una normativa específica y exigente***

Con excelentes referencias



La aceptación de las vacunas Covid-19

- Las vacunas tienen una larga tradición desde que Louis Pasteur elaboró la suya contra la rabia en 1885
- La fabricación de la vacuna contra la Covid-19 (en un tiempo record):
  - Gracias a los conocimientos científicos y las tecnologías disponibles, financiados en gran parte con fondos públicos.
  - Costes asumidos por UE y EM, por necesidad resolutiva
- La aceptación por la población ha requerido el ***respaldo inequívoco de la Agencia Europea del Medicamento*** (la FDA en EEUU)
- El respaldo de las autoridades/expertos de salud ***ha sido determinante***
- Aún así, persisten los grupos opuestos a su utilización

Una gran similitud: el agua regenerada

- La reutilización del agua tiene ***una larga tradición de éxitos***
  - más de 50 años de implantación
  - en particular: costas mediterráneas y del sur de California, ***déficits crónicos de agua***
- ***Disponemos de***
  - conocimientos científicos y técnicos
  - soluciones tecnológicas para regenerar el agua, adoptados de la potabilización
  - modelos económicos, financieros y de gestión para implantarla
- ***Reto determinante***: promover una estrecha colaboración entre las autoridades de salud pública y de recursos hídricos, y los promotores y los usuarios del agua

para legitimar la reutilización

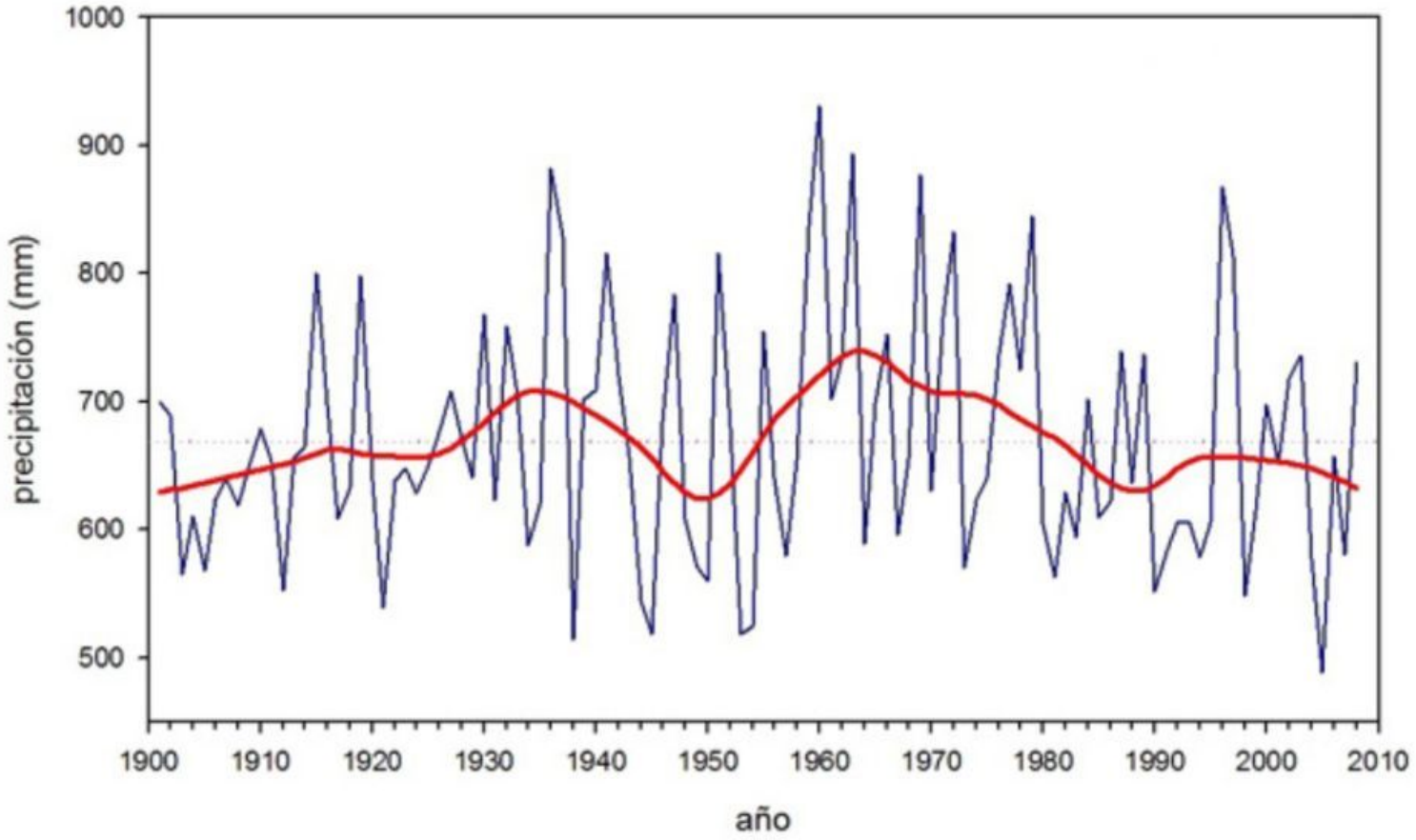
Índice

- Los retos que afronta la gestión integrada del agua en las condiciones sociales y climatológicas actuales y previstas
- El papel de la regeneración y la reutilización en la gestión integrada del agua
- La evolución histórica de la reutilización en zonas de clima mediterráneo
- Las valiosas experiencias de California (sequía 2012-17 y sequía 2019-2021) y el potencial de nuestras instalaciones para emular ese mismo proceso
- La implantación del Reglamento UE para riego agrícola
- Los retos determinantes del progreso de la reutilización: su legitimación
- Ejemplos ilustrativos de la regeneración y la reutilización del agua en el mundo

Panorama hídrico del planeta

- Disponemos de recursos hídricos finitos (***nexus*** *energía*) para atender:
  - al medio natural: usuario de pleno derecho (DMA)
  - una población creciente (+7.900 millones, a 150 p/min; 260.000 p/día; 95 Mp/año)
- En un contexto de:
  - Consumos concentrados en zonas urbanas metropolitanas (***megalópolis***)
  - Una agricultura que ofrece abastecernos de alimentos
  - Una industria que desea fiabilidad de suministro
  - Unos modelos de cambio climático que anticipan una mayor incertidumbre (irregularidad) pluviométrica
  - **Una expectativa social de liderazgo y coherencia pública (ahorro, economía circular)**

La precipitación peninsular



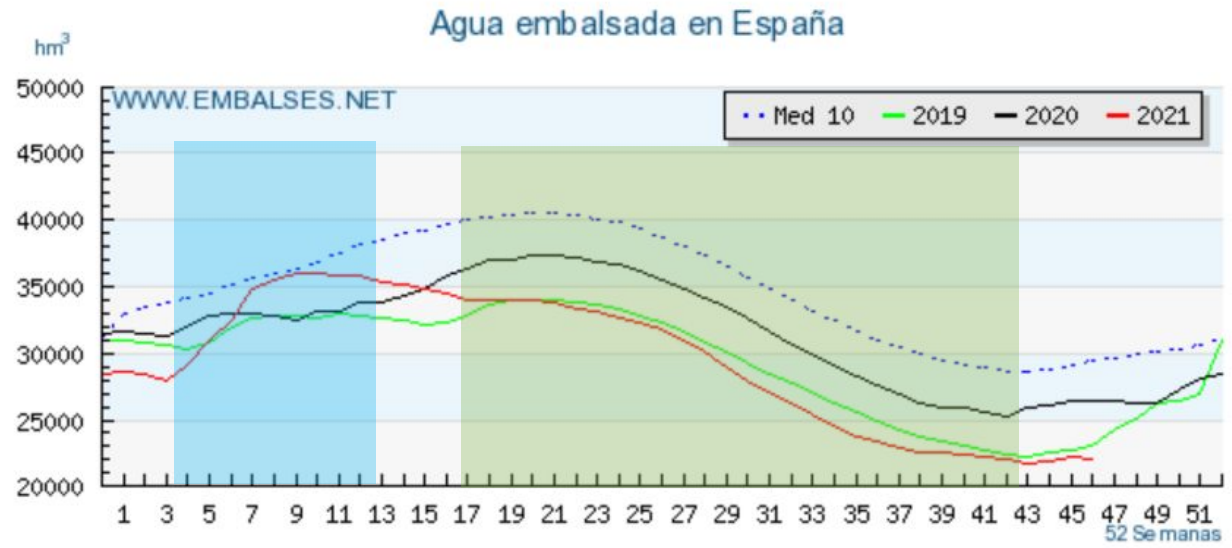
Evolución de la precipitación acumulada anual a partir de las series reconstruidas

Tomado de registros climáticos de la AEMET

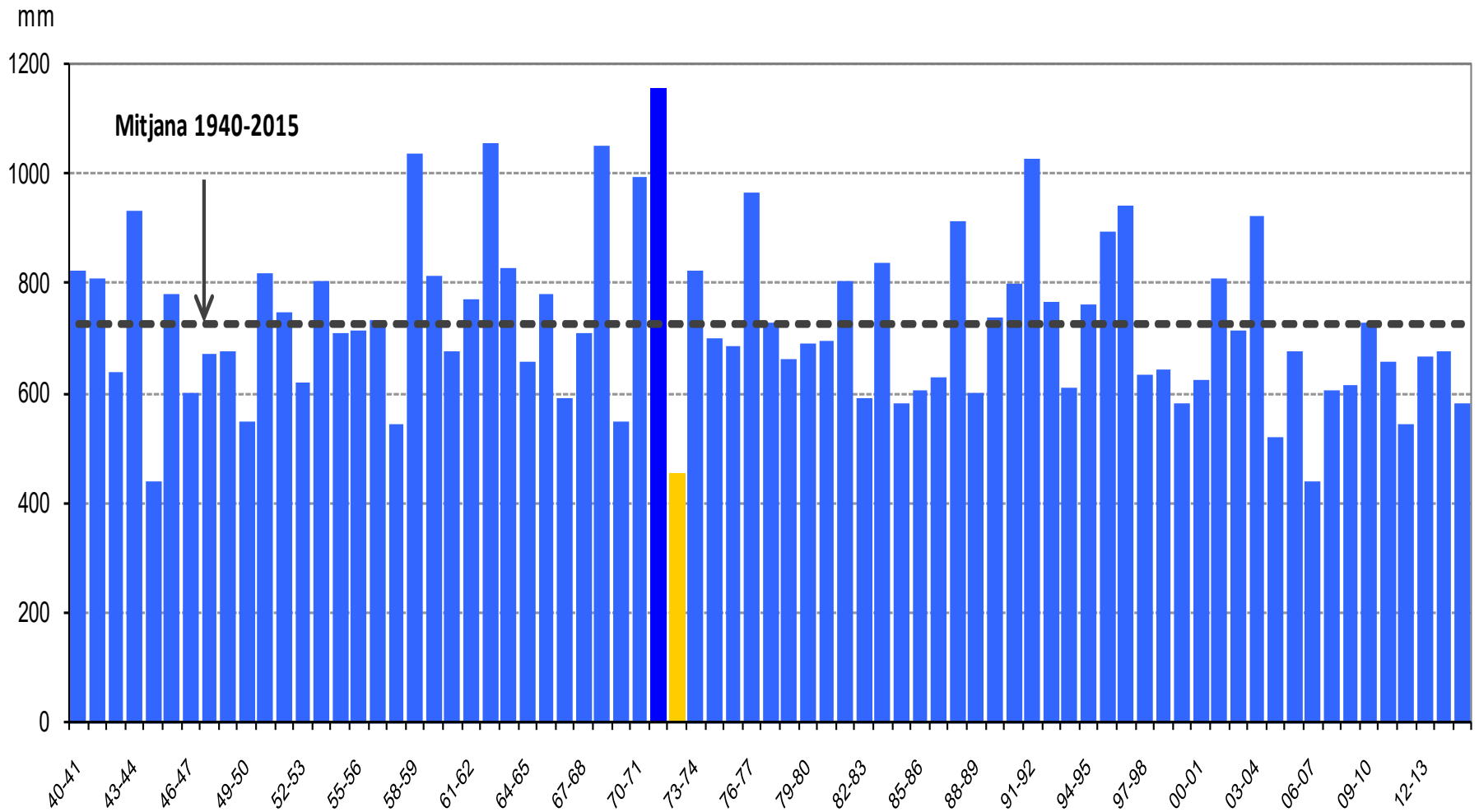
Reservas a escala nacional: *¡irregulares!*

Agua embalsada en España

Agua embalsada (16-11-2021):	**22.108 hm³**	**39.38 %**
Variacion semana Anterior:	-97 hm³	-0.17 %
Capacidad:	56.136 hm³	
Misma Semana (2020):	26.504 hm³	47.21 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	29.472 hm³	52.50 %



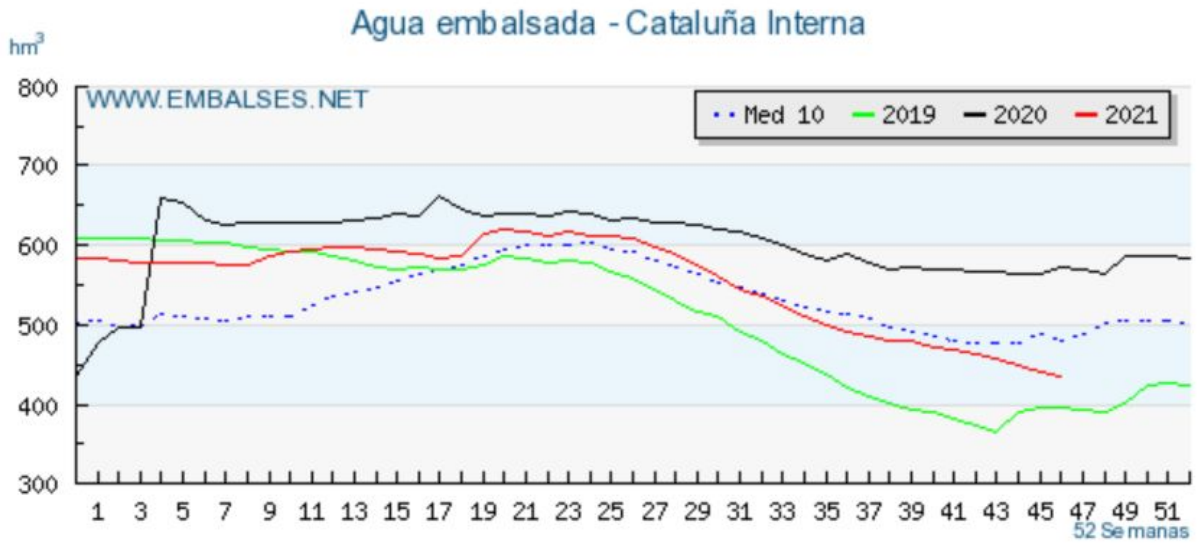
Las precipitaciones en el DCFC



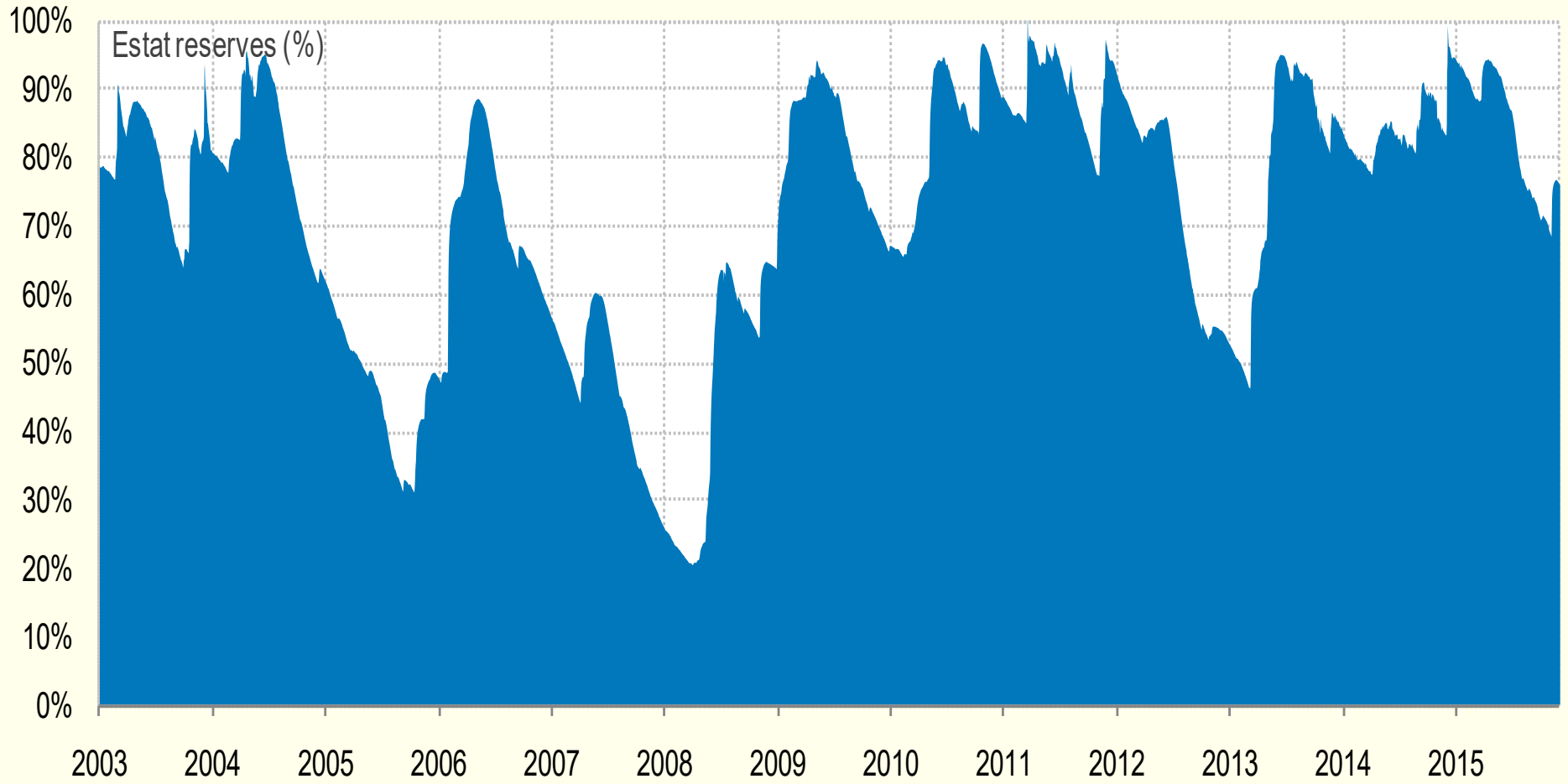
Reservas en cuencas internas de Catalunya

Cuenca: Cataluña Interna

Agua embalsada (16-11-2021):	**436**	**hm³**	**64.40 %**
Variacion semana Anterior:	-5	hm³	-0.74 %
Capacidad:	677	hm³	
Misma Semana (2020):	573	hm³	84.64 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	480	hm³	71.02 %



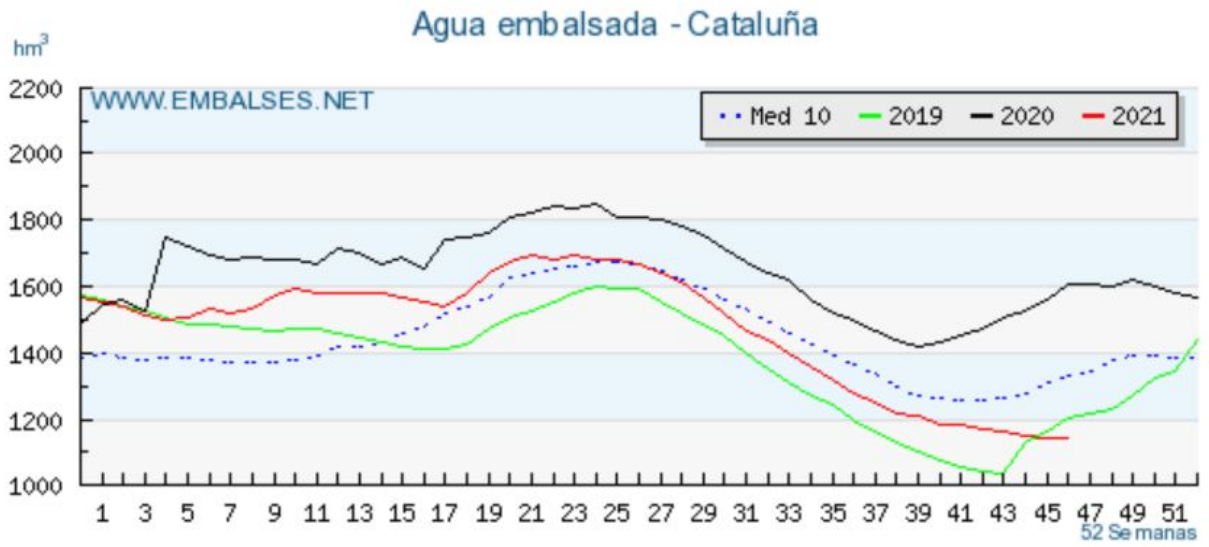
Con recuperación impetuosa



Reservas en el sistema Ter (Sau+Susqueda), 2003-2015

Mayor Irregularidad a escala de Catalunya

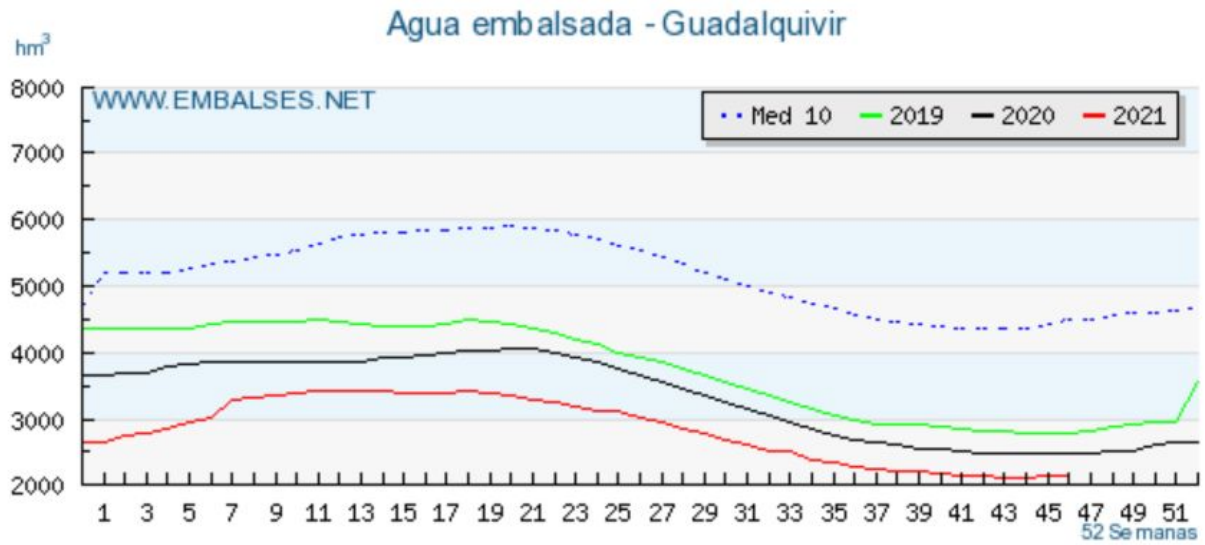
Comunidad: Cataluña			
Agua embalsada (16-11-2021):	**1.140**	**hm^3**	**58.46 %**
Variacion semana Anterior:	-6	hm^3	-0.31 %
Capacidad:	1.950	hm^3	
Misma Semana (2020):	1.606	hm^3	82.36 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	1.328	hm^3	68.10 %



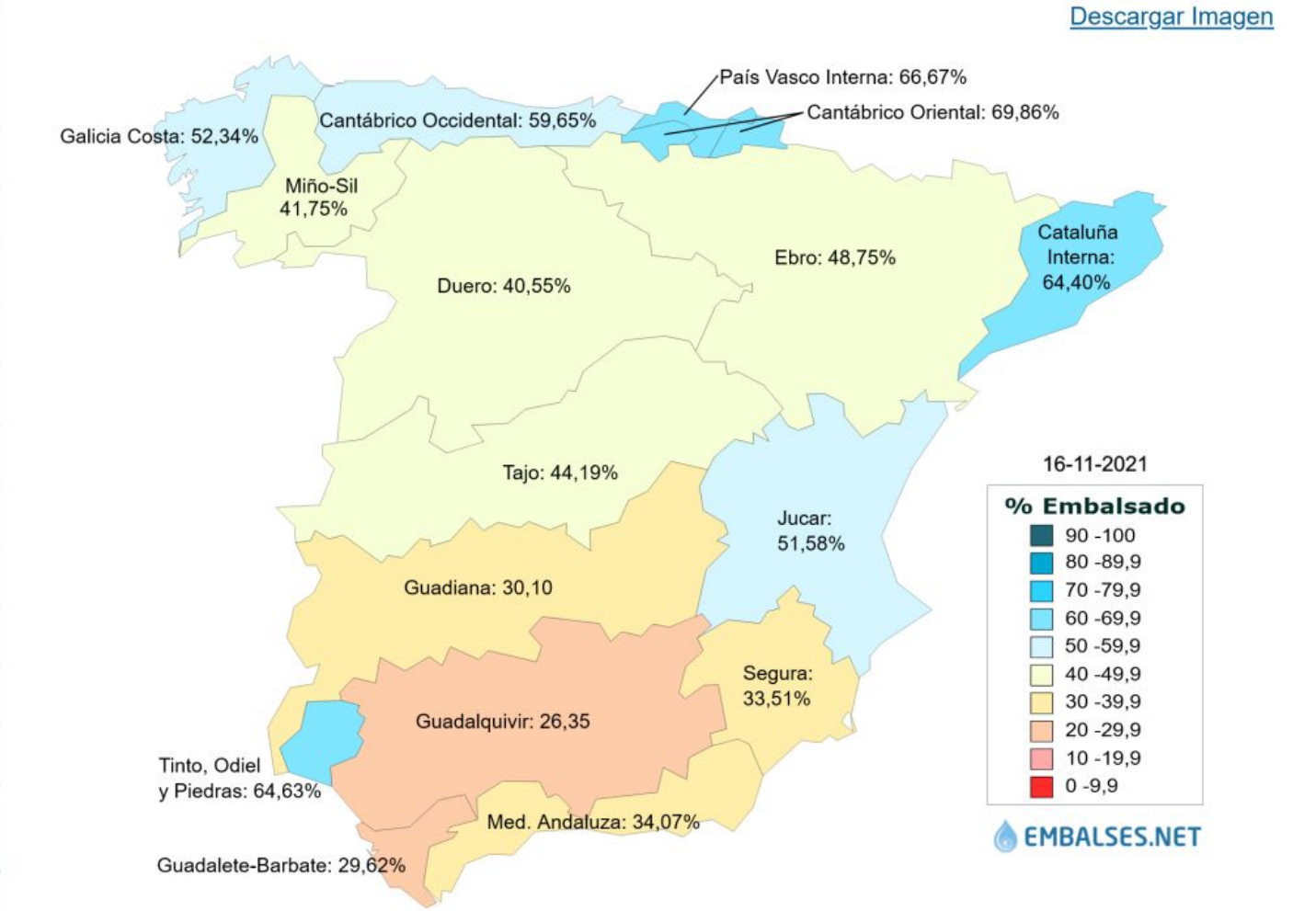
La cuenca del Guadalquivir

Cuenca: Guadalquivir

Agua embalsada (16-11-2021):	**2.138**	**hm^3**	**26.35 %**
Variacion semana Anterior:	2	hm^3	0.02 %
Capacidad:	8.113	hm^3	
Misma Semana (2020):	2.484	hm^3	30.62 %
Misma Semana (Med. 10 Años):	4.483	hm^3	55.26 %



Las cuencas españolas (16 noviembre 2021)

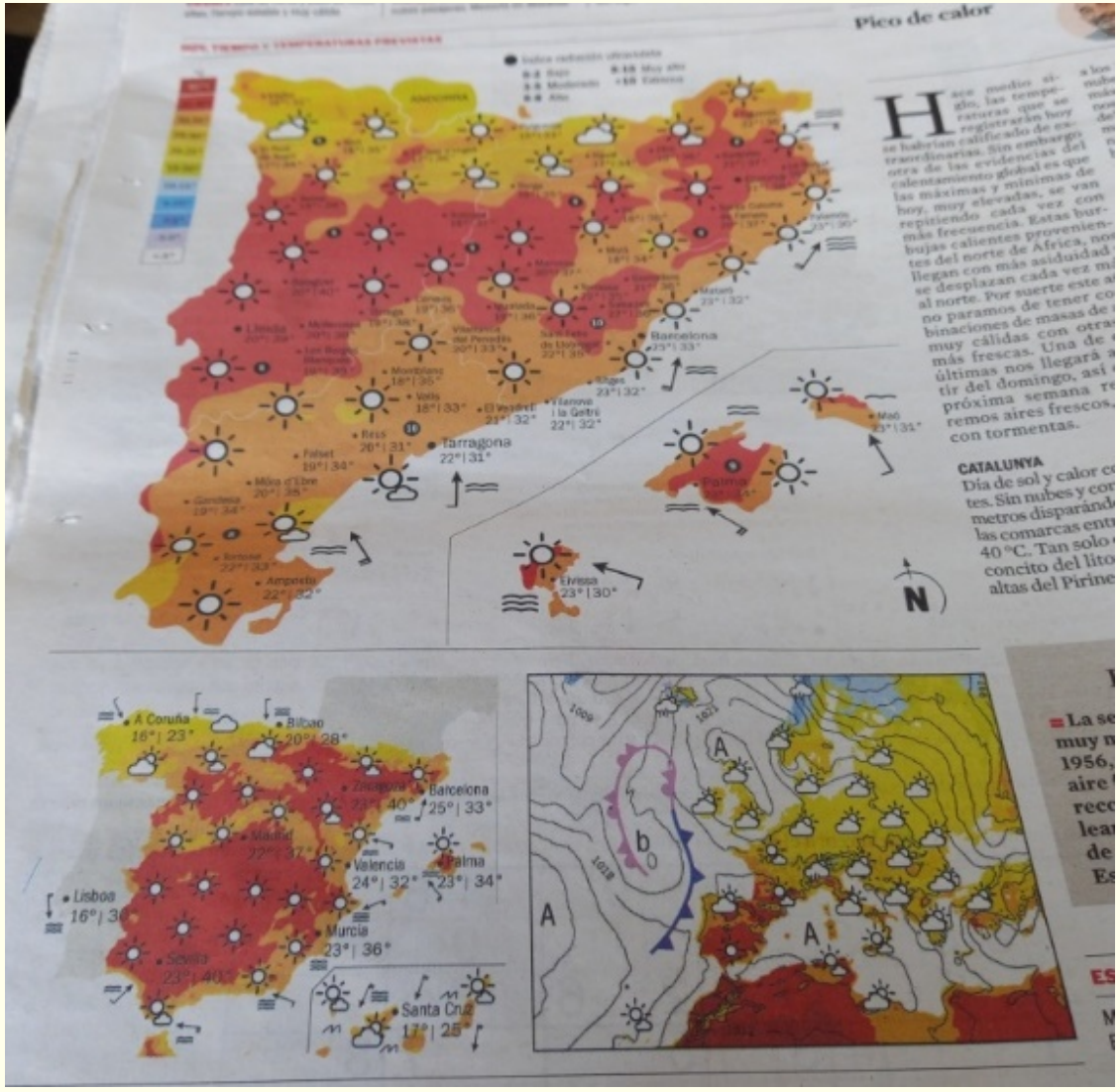


Agua embalsada por cuencas (16-11-2021)

Estas burbujas calientes…

…provenientes del norte de África, nos llegan con más asiduidad y se desplazan cada vez más al norte.

A. Rodríguez Picó
La Vanguardia, 22 julio 2021



Las estrategias de gestión: “*tool box*”

- Disponemos de 6 estrategias de gestión para satisfacer ***los usos/consumos*** de agua con ***los recursos*** disponibles, :
- **Tradicionales**
  1. Preservación y mejora de las fuentes de agua (***saneamiento***)
  2. Ahorro y uso eficiente del agua (***+ Smart Water***)
  3. Regulación y almacenamiento de recursos: embalses (***existentes y en derivación***) y acuíferos
  4. Intercambio y transferencias entre usuarios (***concesionarios, Mancomunidades…***)
- **Innovadoras, no convencionales**
  5. ***Regeneración y reutilización del agua (usada)***
  6. *Desalinización de aguas salobres y marinas* (***legitimada***)

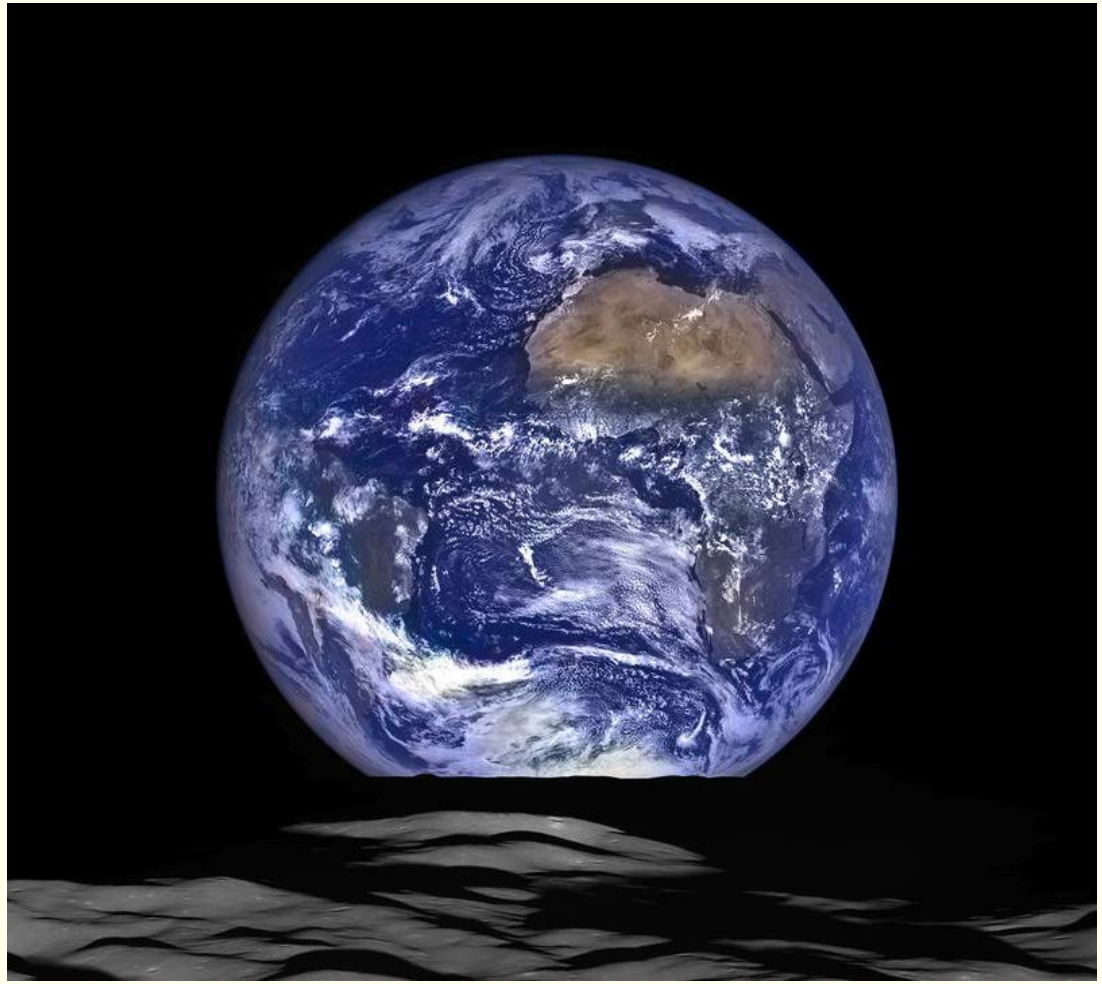
Que deben implantarse

- ***Planificando*** las actuaciones (plazos medios y largos), *con ritmos actuales*
- ***Diversificando*** las fuentes y las estrategias: fiabilidad y resiliencia
  - Considerando el desarrollo histórico de las fuentes tradicionales: ríos, acuíferos, embalses
  - Incluyendo soluciones "***nature-based***" y tecnológicas
- ***Equilibrando*** infraestructuras y gestión (***smart systems***): la gestión suele ser un factor limitante en sociedades desarrolladas
- ***Aplicando*** criterios ambientales, sociales y económicos (***sostenibilidad***)
- ***Propiciando*** una gestión *ágil, eficiente y* ***transparente***
- La economía circular requiere ***crecientes niveles de civismo***

¿No estamos reutilizando ya?

- Reutilización ***indirecta, incidental o no planificada***:
  - Ha venido ocurriendo desde tiempo inmemorial
  - Vertidos aguas arriba, diluidos y vueltos a captar
  - *(Casi)* todos ***"vivimos….aguas abajo"***, como en el río Llobregat y muchos otros grandes ríos del mundo
- ***Legitimada*** por la historia, las costumbres, las normas y la legislación
- Sociológicamente, basada en una ***visión idealizada*** de los medios acuáticos

Una cuestión de perspectiva



NASA's Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)



Solución técnica para usos autónomos

A escala regional: el río Llobregat

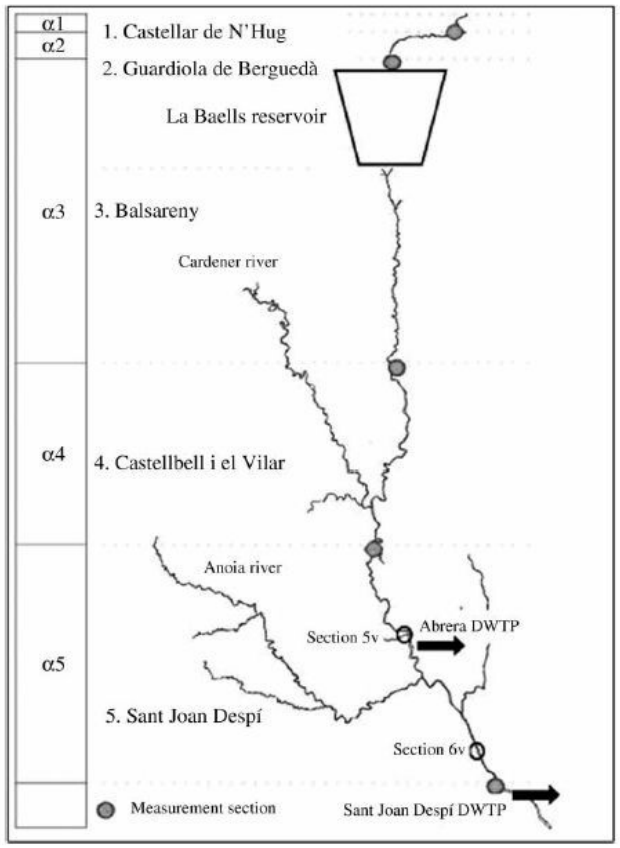


Figure 1 | Diagram of the Llobregat River, with its flow measurement sections, its main tributaries and the Abrera y Sant Joan Despí drinking water abstraction points.

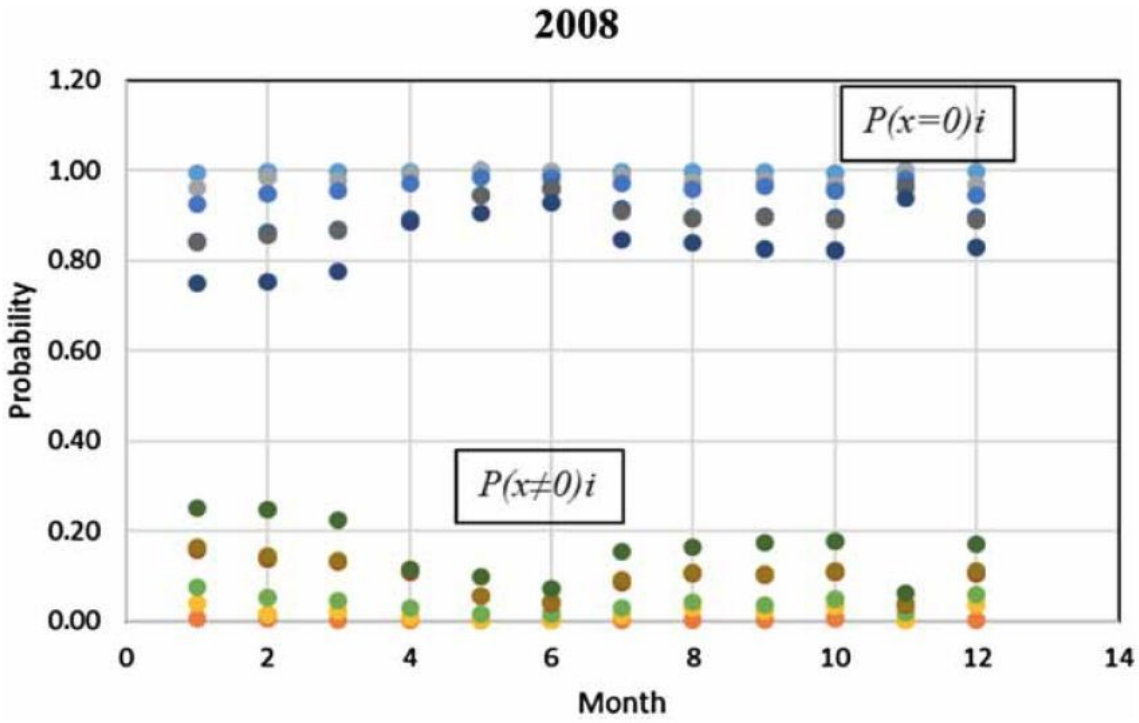


Figure 6 | Probability that IPR may have occurred on a monthly basis, downstream of the flow measurement sections in the Llobregat River during 2008.

Incidental potable water reuse in a Catalonian basin: living downstream
R. Mujeriego, M. Gullón y S. Lobato; **doi: 10.2166/wrd.2016.199**

La reutilización planificada

- Reutilización ***planificada*** o simplemente ***reutilización***
  - Más reciente, mitad siglo XX
  - Suministrar agua "tratada", sin dilución con otras fuentes (***no potable***)
  - Mediante un conducto específico (***doble red; no potable***)
- Pendiente de ***legitimación: estigmatizada*** por la cultura y ***prohibida*** por las normas
- El requisito tradicional: captación desde fuentes no contaminadas
- Depende de un ***apoyo normativo*** de las autoridades sanitarias y ambientales
- ***Necesitada de campañas de comunicación*** para revertir la ***prevalencia (lógica) de temor y mejorar su percepción y aceptación públicas***

Dos motivaciones básicas

- ***Disponer de fuentes de suministro "nuevas, adicionales"***
  - ***evitando las pérdidas*** a ***la atmósfera*** o ***al mar***
  - ***aumentando la auto-suficiencia, la fiabilidad,*** con ***fuentes locales***
- ***Mejorar la gestión de las aguas depuradas:***
  - ofreciendo ***alternativas al vertido al medio acuático***
  - posibilitando el ***"vertido cero" (impulsando la economía circular local)***
- Son opciones ***independientes,*** pero pueden ser ***sucesivas***

Una estrategia compleja

- La reutilización tiene ***múltiples dimensiones***, pues es:
  - una cuestión (***de excelencia***) técnica (***necesaria, pero no suficiente***)
  - una cuestión de salud pública
  - una cuestión económica y financiera
  - una cuestión reglamentaria
  - una cuestión de gestión institucional
  - una cuestión ambiental
  - una cuestión planificación territorial
  - una cuestión industrial
  - una cuestión sociológica: ***aceptación pública*** (*agua impura)*
  - ***una cuestión de política de gestión integrada de los recursos***

Con sus beneficios

- Proporciona ***recursos adicionales*** (***en la costa***)
  (nuevos, alternativos, no convencionales)
- Es una ***fuente local de agua*** (evita las transferencias)
- Amplía ***la auto-suficiencia*** de los recursos (son recursos propios)
- Ofrece un agua de gran calidad (la que requerida normativamente)
- Permite una gestión integrada del agua más sostenible
- Asegura una mayor ***fiabilidad (garantía, "security")*** de suministro

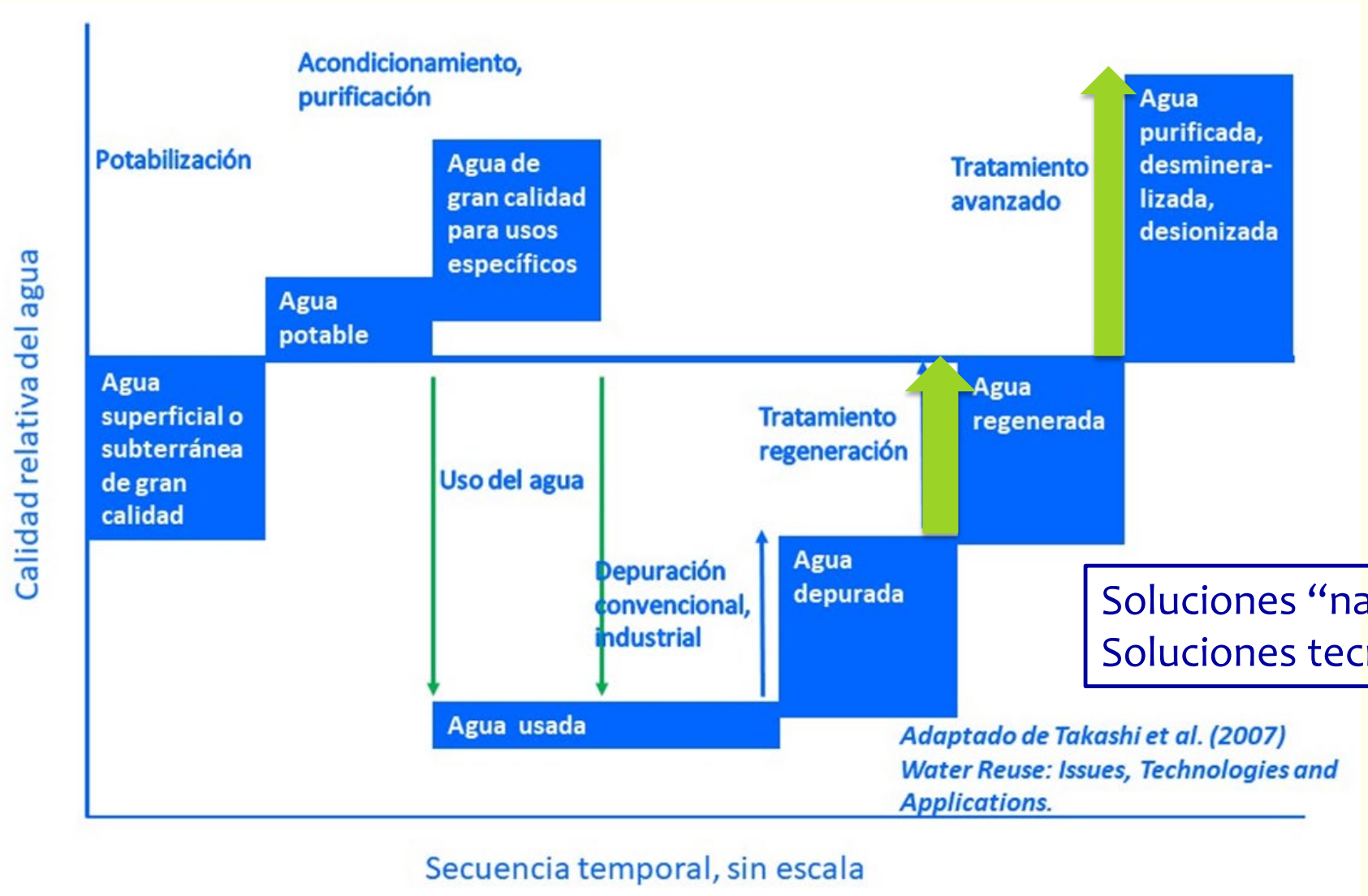
Y sus exigencias

- Unas ***normas de calidad*** (protección sanitaria y ambiental)
- Un proceso de regeneración eficiente y fiable
- Una nueva mentalidad: ***elaborar un producto***, en lugar de un residuo
- Una (***posible***) doble red de distribución
- Unas normas de uso del agua regenerada
- ***Conseguir su legitimación, su aceptación pública***:
  - Contradice el ***statu quo*** normativo, de percepción y de pragmatismo de uso
- Una ***voluntad política*** de hacer de la regeneración y la reutilización ***un elemento básico*** de la gestión integrada

Para diversos aprovechamientos

- **Primer grupo (*reutilización no potable*):**
  - Riego agrícola y de jardinería
  - Preservación y mejora ambiental: humedales
  - Usos recreativos: lagos ornamentales
  - Usos industriales: refrigeración, lavado, agua de proceso
  - Usos urbanos y domésticos: control de incendios, baldeo de calles, lavado de coches, refrigeración, riego, inodoros
- **Segundo grupo (*reutilización potable*):**
  - Recarga de acuíferos: infiltración e inyección
  - Recarga de embalses (o depósitos)
  - Aumento de aguas de abastecimiento

Visión conceptual



Soluciones "naturales" (NBS)
Soluciones tecnológicas

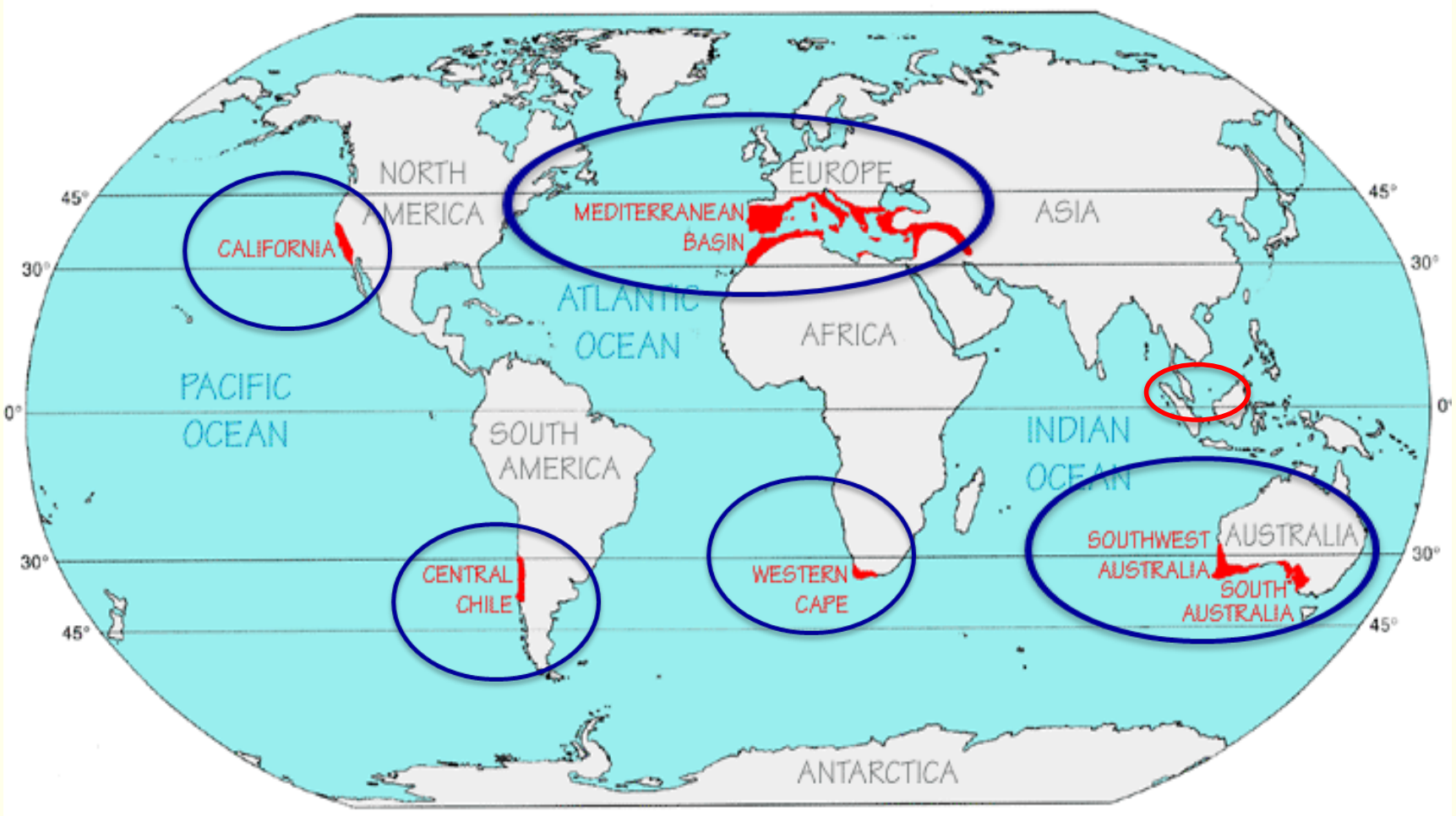
Evolución histórica

- Reutilización incidental (***inmemorial***)
- Años 1900: reutilización planificada para riego, tras un "épandage"
- ***1968: Windhoek***, Namibia, reutilización potable directa
- Años 1970: avances del saneamiento de poblaciones
- 1973: recarga de acuíferos potables: Water Factory 21, California
- 1978: California, para riego agrícola, tras "proceso físico-químico"
- 1980: Israel, para riego agrícola, tras infiltración en acuíferos arenosos
- Desde entonces: Florida, Australia, Singapur, Japón, España, Bélgica….
- Dos grandes opciones, impulsadas en California:
  - ***Regeneración básica*** y distribución por red específica (uso no potable)
  - ***Regeneración avanzada*** (purificación) y mezcla con otras fuentes (uso potable)

La conexión: el clima mediterráneo

- Un contexto propicio para la reutilización del agua
- Motivado por la irregularidad meteorológica
- Se registra en ***5 zonas geográficas*** del mundo
- Una de ellas es la gran cuenca mediterránea, incluyendo la costa peninsular, desde el sur de Francia hasta el Estrecho de Gibraltar
- …..pero hay otras zonas muy similares a la nuestra…
- …..con ***gran liderazgo y visión de futuro***…

Las regiones mediterráneas



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

Una visión demográfica de CA

Figure 3-5 Hydrologic Regions of California, the Sacramento-San Joaquin Delta, and Mountain Counties Area



Fundación:	**9 septiembre 1850**
Población	**92.000 hab**
The Golden State	
Superficie:	**424.000 km²**
	3° de 50 estados
Norte-sur	**1.300 km**
Este-oeste	**300-400 km**
Población (2020)	**39,5 millones**
	1° de 50 estados
Norte vs Sur	**1/3 vs 2/3**
El agua	**inverso….**
PIB (nominal, 2020)	
Total	**USD 3,0 billones**
per capita	**USD 76.000**

Y una visión hidrológica



Regulación: 50.000 hm³
Regadío: 3,9 M ha

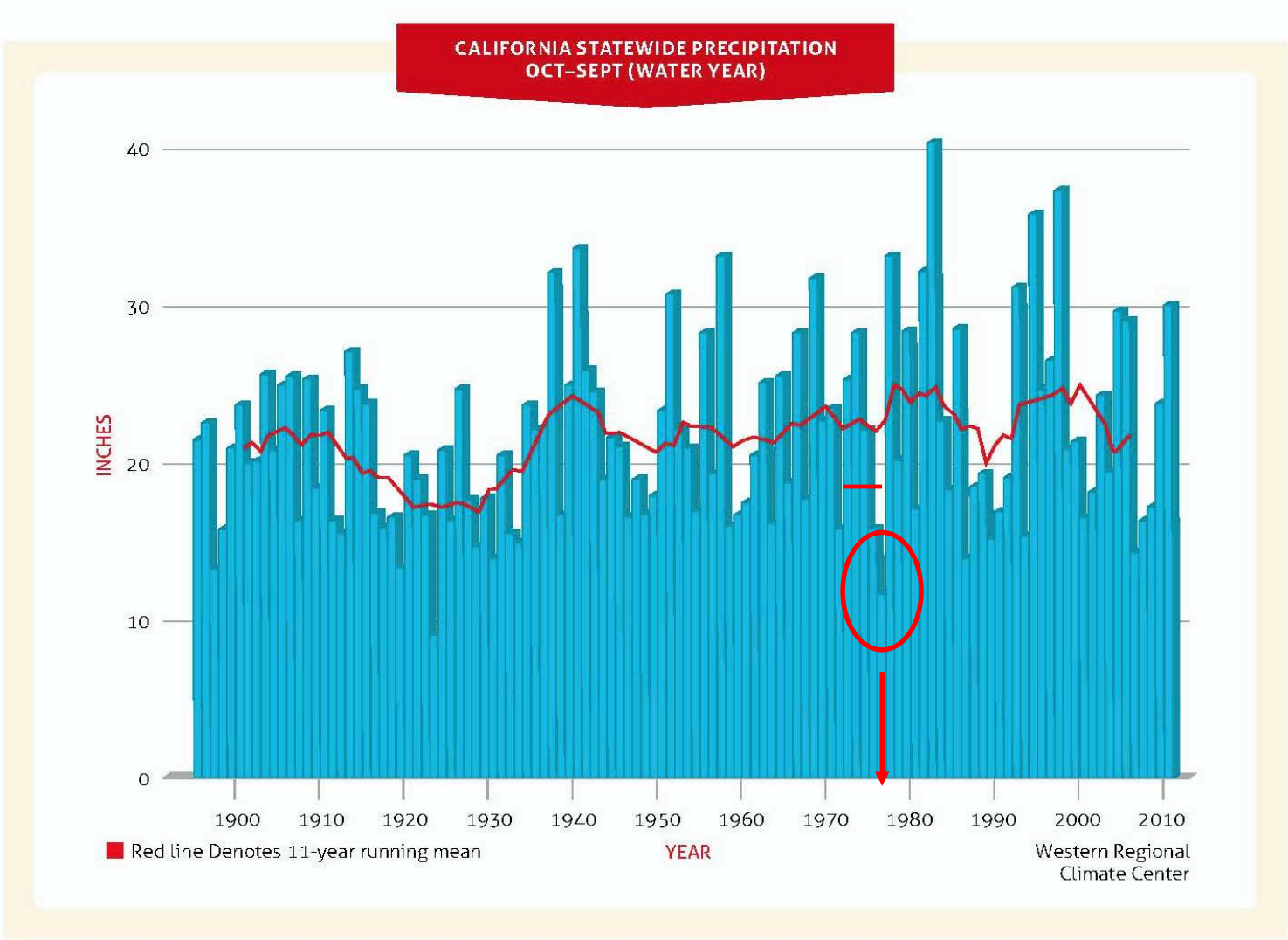
Tradición minera:
- los acuíferos son privados

Sin prioridad de usos

Sin gestión integrada
- abastecimiento
- saneamiento

Tradición de trasvases:
- de Norte a Sur
- de Este a Oeste

Un historial de sequías



Que generó 4 iniciativas

- Creación de la ***Office of Water Recycling de California***, 1978
  - Nombramiento del Dr. Takashi Asano
- ***Modificación del Título 22*** de la ley del agua de California
  - Posibilidad de regar con agua regenerada productos hortícolas de consumo crudo
- Realización del ***proyecto de demostración de Monterey***, 1980-1985
- Edición del ***Guidance Manual*** on Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater, 1984
  - Traducido al español en 1990

El capítulo 22 de la ley del agua

- Introdujo la posibilidad de utilizar *agua regenerada* para riego sin restricción…..
- … de ***productos hortícolas de consumo crudo***
- A partir de ***un buen efluente*** biológico secundario
- Sometido a un *proceso de regeneración* físico-químico
- Consistente en un ***proceso de potabilización***
- Obteniendo una calidad de ***"agua analíticamente potable"***
- Un importante mensaje…. ***entendible por el público…***

Proyecto de Monterey 1980-85









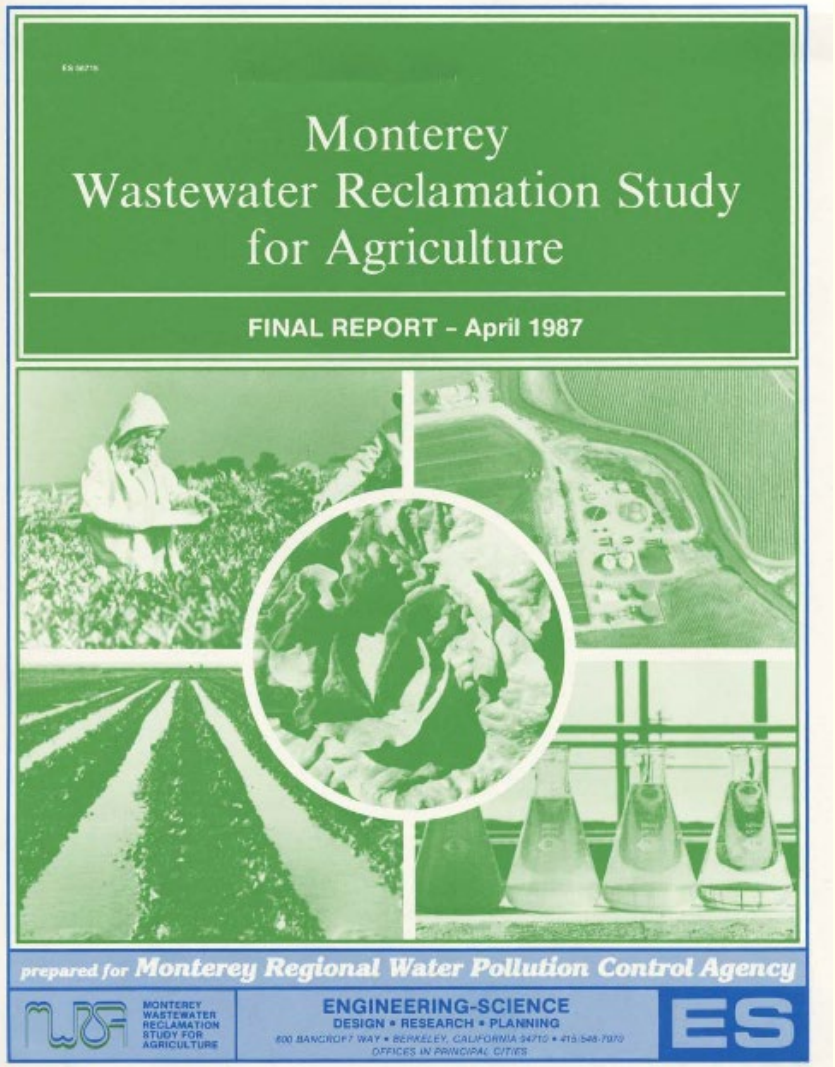








Con un informe final



Duración:
5 años (1980-85)

Presupuesto:
5 millones de dólares

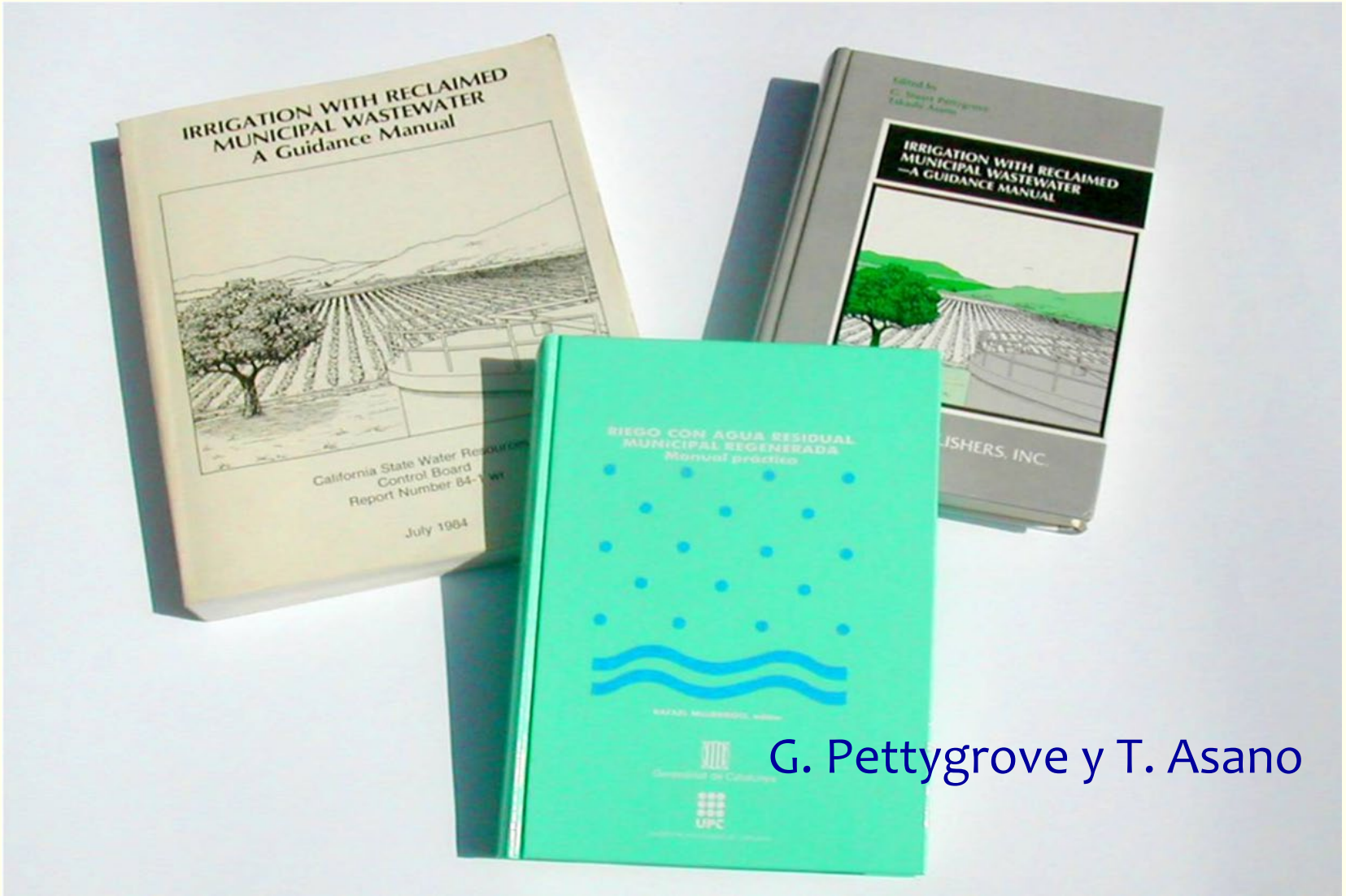
Colaboración institucional:
State Water Resources Control Board
Department of Health Services

Partícipe principal:
Universidad de California
"UC is a part of your life, every day"

Propiciando su aceptación

With regard to salinity and levels of sodium, reclaimed water generally fell within the favorable range for irrigation. In general, a high SAR is only a problem if overall salinity is low. Higher SAR values in reclaimed water from the T-22 and FE processes were offset by the correspondingly higher levels of TDS. During the course of the study, reductions in permeability of reclaimed water-irrigated soils were not observed. The MWRSA has successfully proved the acceptability of irrigating food crops with reclaimed water from the standpoints of regulatory agencies, farmers, consumers, and wastewater treatment agencies.

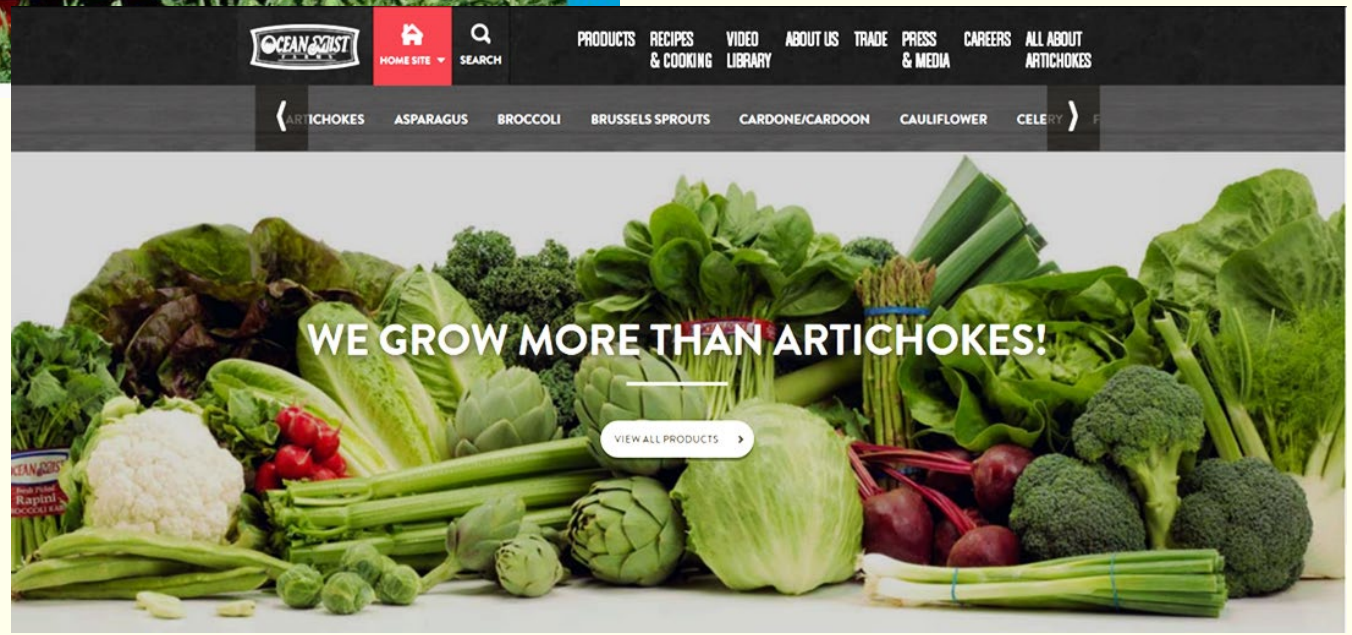
Una referencia institucional…



G. Pettygrove y T. Asano

Eclosión en Salinas Valley





En jardinería en CACBGi, 1989









“Título 22”, Vitoria-Gasteiz, 1994





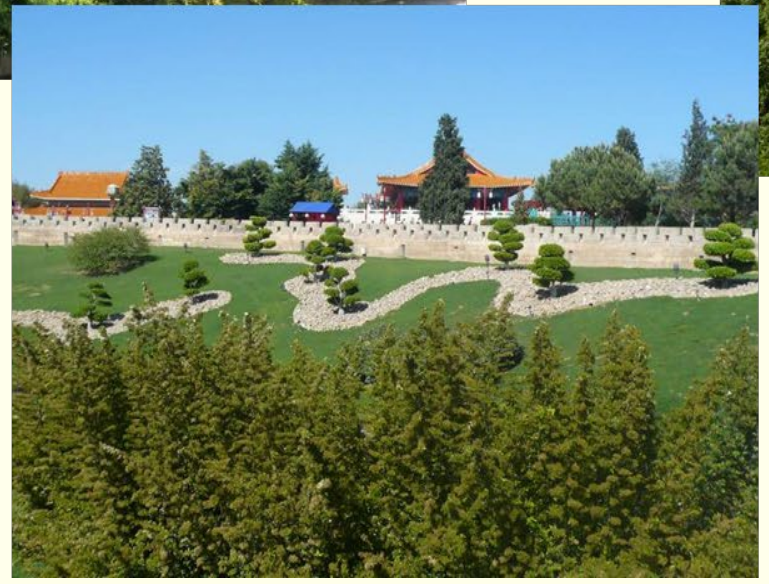




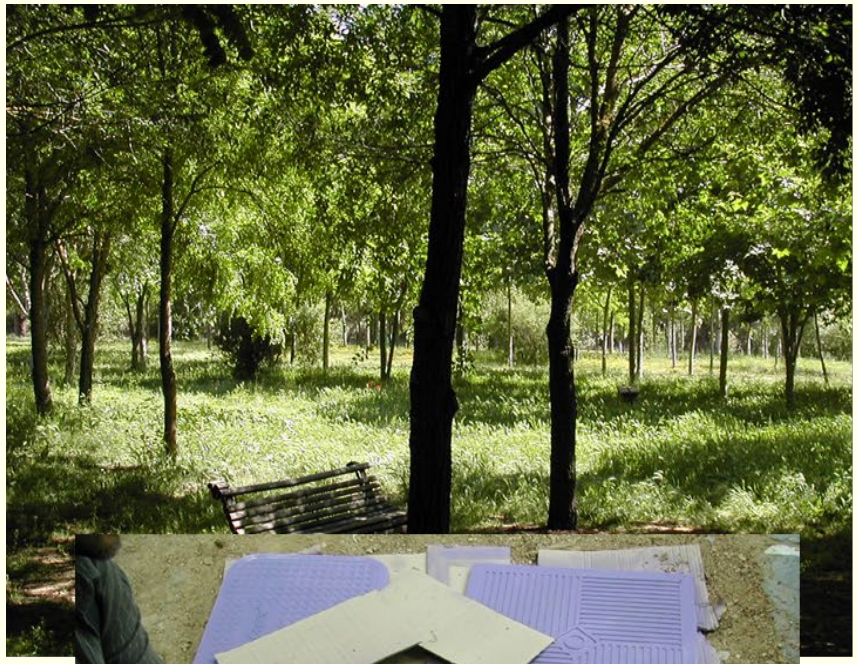
En Port Aventura, 1995







En Tossa de Mar, CACBGi, 2007







En Lloret de Mar, CACBGi, 2007





En jardinería y baldeo, Madrid



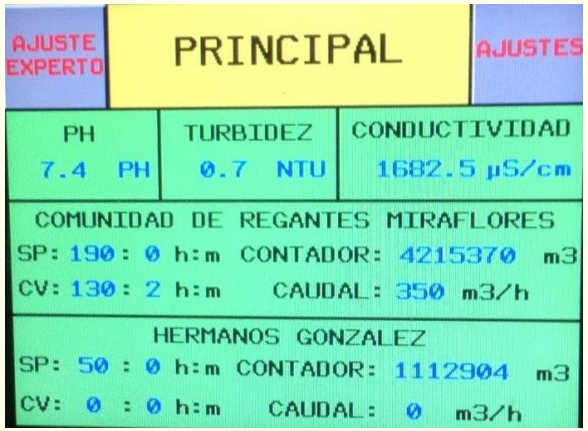




Riego agrícola en Región de Murcia, 2002









En riego y recarga, AMB 2009



300.000 m³/día



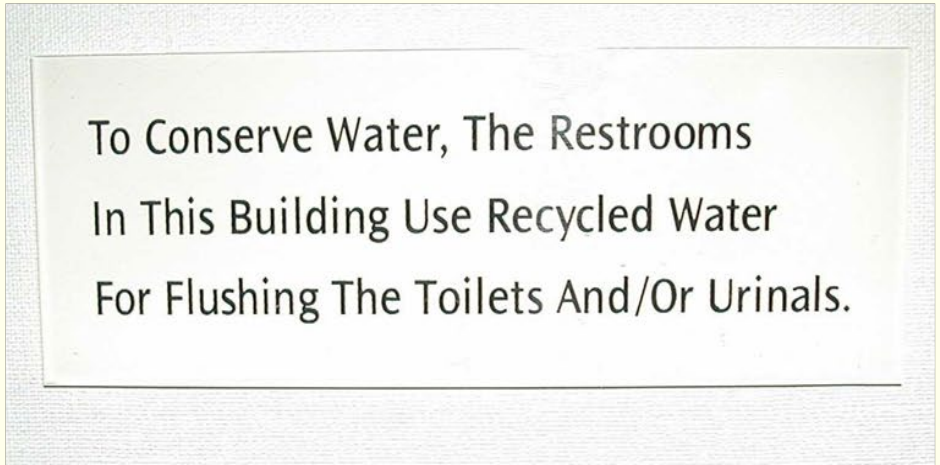


15.000 m³/día

Usos urbanos, en California









Edificios comerciales, Tokio







Usos industriales











Uso industrial en Tarragona, 2012



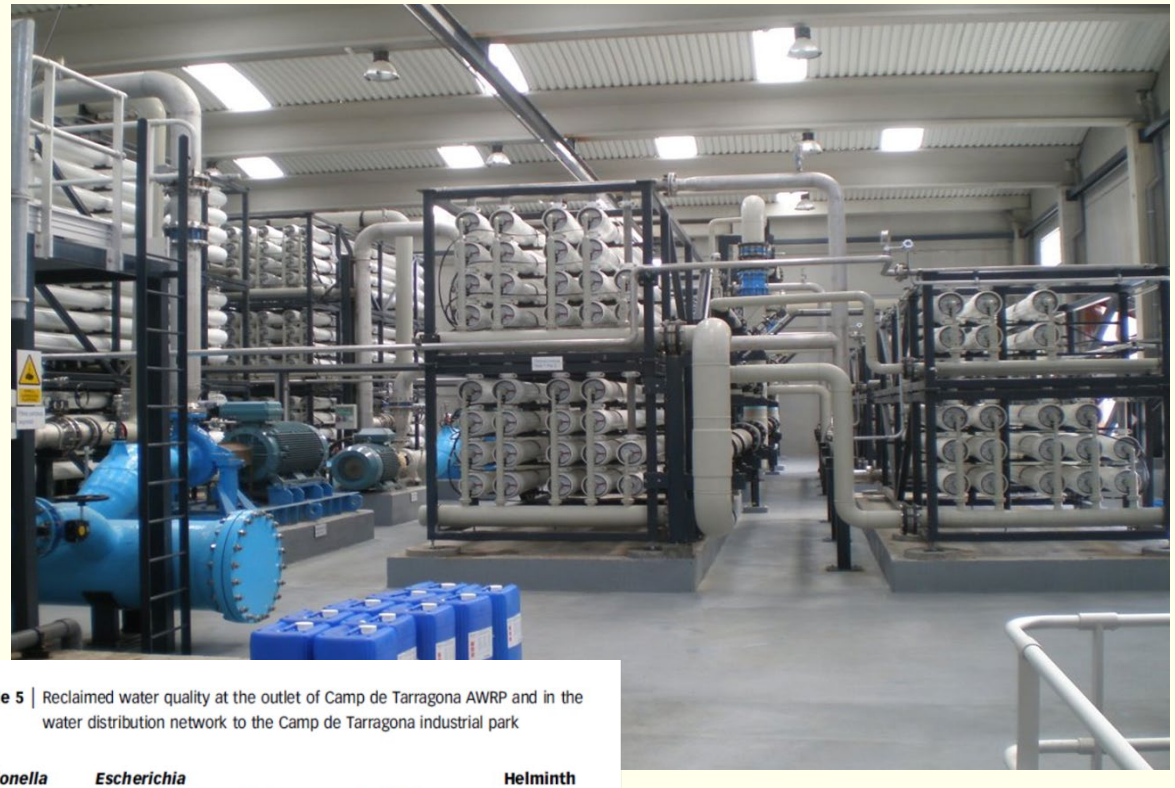




Table 5 | Reclaimed water quality at the outlet of Camp de Tarragona AWRP and in the water distribution network to the Camp de Tarragona industrial park

Legionella spp. (cfu/L)[a]	*Escherichia coli* (cfu/100 mL)[a]	TSS (mg/L)	Turbidity (NTU)	Helminth eggs (ova/10 L)
<80	<1	<2	<0.2 – 0.3 (<0.6 in	<1

[a]Detection limit of the analytical

Reclaimed water from the Camp de Tarragona AWRP has an average electrical conductivity of 20 µS/cm and a TOC lower than 0.2 mg/L, which makes it perfectly suitable for

Recarga de acuíferos potables, 1973, CA







Notables retos pendientes

- Adoptar ***una terminología coherente***
- ***Adaptar y adoptar la normativa aplicable***
- Desarrollar e impulsar los Planes de Gestión de Riesgos (***Water Safety Plans***)
- Impulsar una marca de calidad
- Avanzar en la gestión integrada
- Promover la información y la participación
- ***Conseguir la aceptación pública: "la legitimidad"***
- Ampliar la *colaboración nacional e internacional*

La terminología, *¡¡ya europea!!*

- ***Regenerar:***
  - Se regenera agua (***se adecúa su calidad***) para su uso
  - Se realiza en una Estación de Regeneración de Agua (ERA)
- ***Reutilizar:***
  - Se ***suministra agua*** regenerada al usuario, mediante:
    - una (doble) red de distribución
    - un sistema de regulación
    - unas normas de uso
- **Agua regenerada, aigua nova, recycled water** (California, Australia); **NEWater** (Singapur); **purified water** (San Diego)

Normativas del agua regenerada

- **1978:** Título 22 (***riego agrícola***), California
- **2007:** RD 1620/2007, reutilización del agua para 5 usos
- **2014:** Regulations for Groundwater Replenishment/Recharge, CA (RPI)
- **2018:** Regulations for Surface Water Augmentation, CA (RPI)
- **2020:** Reglamento (UE) 2020/741 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua (***riego agrícola***)

Normativa: RD 1620/2007

- Culminación de más de 20 años de debates y propuestas
- Impulsado por el (entonces) Director General, Jaime Palop
- Proponiendo unos ***límites de calidad inspirados en los criterios de California y las recomendaciones de la OMS***
- Una normativa consensuada, muy debatida y cuestionada después, y necesitada de propuestas de adaptación

El RD 1620/2007

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

ANEXO I.A: CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SUS USOS

CALIDAD REQUERIDA

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES[1]	*ESCHERICHIA COLI*	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
1.- USOS URBANOS					
CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL[2] a) Riego de jardines privados.[3] b) Descarga de aparatos sanitarios.[3] c) Otros usos domésticos.	1 huevo/10 L	0 (UFC[4] /100 mL)	10 mg/L	2 UNT[5]	OTROS CONTAMINANTES[6] contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas[7] deberá asegurarse el respeto de las NCAs.[8] *Legionella spp.* 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 1.2: SERVICIOS a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares).[9] b) Baldeo de calles.[9] c) Sistemas contra incendios.[9] d) Lavado industrial de vehículos.[9]	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	

[1] Considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros: Ancylostoma, Trichuris, Ascaris.
[2] Deben someterse a controles que aseguren el correcto mantenimiento de las instalaciones.
[3] Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circuito señalizado en todos sus tramos hasta el punto de uso
[4] Unidades Formadoras de Colonias.
[5] Unidades Nefelométricas de Turbiedad.
[6] ver el Anexo II del RD 849/1986, de 11 de abril.
[7] ver Anexo IV del RD 907/2007, de 6 de julio.
[8] Norma de calidad ambiental ver el artículo 245.5.a del RD 849/1986, de 11 de abril, modificado por el RD 606/2003 de 23 de mayo.
[9] Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

Reglamento UE 2020/741

REGLAMENTO (UE) 2020/741 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 25 de mayo de 2020

relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua

(Texto pertinente a efectos del EEE)

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto e

Vista l

Artículo 16

Entrada en vigor y aplicación

El presente Reglamento entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Será aplicable a partir del 26 de junio de 2023.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 25 de mayo de 2020.

Tabla 1. Categorías de cultivos

Minimum reclaimed water quality class	Crop category	Irrigation method
A	All food crops, including root crops, consumed raw and food crops where the edible part is in direct contact with reclaimed water	All irrigation methods
B	**Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops to feed milk- or meat-producing animals**	All irrigation methods
C	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops to feed milk- or meat-producing animals	Drip irrigation* ~~only~~ **or other irrigation method that avoids direct contact with the edible part of the crop**
D	Industrial, energy, and seeded crops	All irrigation methods**

(*) Drip irrigation (also called trickle irrigation) is a micro-irrigation system capable of delivering water drops or tiny streams to the plants and involves dripping water onto the soil or directly under its surface at very low rates (2-20 litres/hour) from a system of small diameter plastic pipes fitted with outlets called emitters or drippers.

Tabla 2. Requisitos mínimos

Reclaimed water quality class	Indicative technology target	Quality requirements				
		E. coli (~~efu~~ number/ 100 ml)	BOD_5 (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Other
A	Secondary treatment, filtration, and disinfection	≤10 ~~or below detection limit~~	≤10	≤10	≤5	*Legionella* spp.: <1,000 cfu/l where there is risk of aerosolization ~~in greenhouses~~
B	Secondary treatment, and disinfection	≤100	According to Council Directive 91/271/EEC [29] ((Annex I, Table 1)	According to Directive 91/271/EEC ((Annex I, Table 1)	-	Intestinal nematodes (helminth eggs): ≤1 egg/l for irrigation of pastures or forage
C	Secondary treatment, and disinfection	≤1,000			-	
D	Secondary treatment, and disinfection	≤10,000			-	

Tabla 3. Frecuencias mínimas

Minimum monitoring frequencies						
Reclaimed water quality class	***E. coli***	**BOD_5**	**TSS**	**Turbidity**	***Legionella* spp.** *(when applicable)*	**Intestinal nematodes** *(when applicable)*
A	Once a week	Once a week	Once a week	Continuous	~~Once a week~~ **Twice a month**	Twice a month or frequency determined by the reclamation plant operator according to the number of eggs in waste water entering the reclamation plant
B	Once a week	According to Directive 91/271/EEC ((Annex I, Section D)	According to Directive 91/271/EEC (Annex I, Section D)	-		
C	Twice a month			-		
D	Twice a month			-		

Tabla 4. Validación del proceso

Reclaimed water quality class	Indicator microorganisms (*)	Performance targets for the treatment chain (log_{10} reduction)
A	*E. coli*	≥ 5.0
	Total coliphages/ F-specific coliphages/somatic coliphages/coliphages(**)	≥ 6.0
	Clostridium perfringens spores/spore-forming sulfate-reducing bacteria(***)	**≥ 4.0 (in case of *Clostridium perfringens* spores)** ≥ 5.0 **(in case of spore-forming sulfate-reducing bacteria)**

(*) The reference pathogens *Campylobacter*, Rotavirus and *Cryptosporidium* can also be used for validation monitoring purposes instead of the proposed indicator microorganisms. The following log_{10} reduction performance targets should then apply: *Campylobacter* (≥ 5.0), Rotavirus (≥ 6.0) and *Cryptosporidium* (≥ 5.0).

(**) Total coliphages is selected as the most appropriate viral indicator. However, if analysis of total coliphages is not feasible, at least one of them (F-specific or somatic coliphages) has to be analyzed.

(***) *Clostridium perfringens* spores is selected as the most appropriate protozoa indicator. However sporeforming sulfate-reducing bacteria is an alternative if the concentration of *Clostridium perfringens* spores does not allow to validate the requested log10 removal.

Plantea nuevas exigencias

- Elaborar un ***modelo básico de Plan de Gestión de Riesgos:***
  - ***Regeneración del agua: producción de un producto de calidad (un alimento)***
- Documentar detalladamente los ***proyectos de reutilización en curso***, para acogerse a las previsiones del Reglamento
- Impulsar una campaña proactiva, científica, investigadora y experimental, para ***comunicar el rigor y la calidad*** de los proyectos de agua regenerada
- Incorporación directa en nuestra legislación; enmiendas al RD 1620/2007

Una marca de calidad



Tossa de Mar, CCB



Tarifas para riego agrícola...

Núm. 12999

CONSORCI DE LA COSTA BRAVA

Anunci d'aprovació definitiva de la modificació d'una ordenança reguladora de preus públics

Al no haver-se presentat reclamacions durant el termini d'exposició al públic, i en compliment del mateix acord, queda automàticament elevat a definitiu l'acord de modificació del text de l'article 3 - categoria B de l'ordenança reguladora del preu públic per la prestació del servei de proveïment regular a usuaris d'aigua regenerada de les instal·lacions de regeneració del Consorci de la Costa Brava aprovat per la Junta General en la sessió realitzada el dia setze de setembre de 2013, el text íntegre de la qual es fa públic en compliment de l'article 17.4 del Reial decret legislatiu 2/2004, de 5 de març, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei reguladora de les hisendes locals.

"Categoria B - Reg agrícola - Qualitat 2.1 del RD 1620/2007

Categoria	Volum anual m3	Quota fixa mensual €	Quota variable €/m3
B1 - Conreus intensius	Fins a 30,000	40	0,100
B2 - Comunitats de regants	Més de 30,000	80	0,015

Termes addicionals en la tarifa de la categoria B
- Ús espai públic (estacions bombament, instal·lació elements mecànics, etc.)*= 40 – 240 euros/mes, segons superfície ocupada i/o afectació
- Ús estació transformadora d'energia elèctrica * = 40 – 240 euros/mes
- Impulsió = Preu variable segons necessitats de bombament en cada cas. A expressar en €/m3."

Información sobre el riesgo



Para diferentes usuarios

(1) Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal - PFCP	(2) Cómo se usan/ Dónde están presentes	A vs
Ibuprofeno	Analgésico antiinflamatorio no esteroide de venta sin receta médica	
17-beta estradiol	Terapia hormonal sustitutiva	
Fluoxetina	Medicación antidepresiva	
Sulfa-metoxazol	Antibiótico usado comúnmente para tratar infecciones urinarias o sinusitis	A
PFOS	Surfactantes fluorados sintéticos presentes en el pasado en Scotchgard, numerosos repelentes de manchas, tejidos, papel y cuero; en ceras, abrillantadores, pinturas, barnices y productos de limpieza de uso general; en superficies metálicas y moquetas	
Bisfenol A	Llamados comúnmente BPA; compuesto orgánico con efectos estrogénicos; utilizado para hacer botellas de plástico policarbonatado (botellas de agua) y resinas epoxi, además de otras aplicaciones	
DEET	N, N-dietil-3-metilbenzamida (DEET) es el principio activo de numerosos productos repelentes de insectos	A
Triclosan	Agente antibacteriano presente en jabones, pasta dentífrica, desodorante; se añade a un número creciente de productos de consumo, como utensilios de cocina, juguetes, ropa de cama, calcetines y bolsas de basura	A
Acetaminofén o paracetamol	Analgésico de venta sin receta médica	A
Cafeína	Estimulante presente en café, té, chocolate y otros alimentos	



Adaptación para riego agrícola



Método de trabajo

> 30 años después, como forma pragmática de progresar

La evidencia epidemiológica

…provided the Panel with additional evidence to confirm the conclusion … ***that modifying the standards to make them more restrictive will not measurably improve public health (2012).***

…Monterey County recycled water used for irrigation of leafy greens and other produce is a ***local example*** *of the reuse of treated wastewater for an extended period* ***without any known link to human illness.***

La ***FDA*** respaldó estas prácticas durante una seria intoxicación alimentaria de espinacas en 2007

En contraste con la "crisis de los pepinos" de 2011

La aceptación de los usuarios



https://www.youtube.com/watch?v=oN48PH9sR6Y

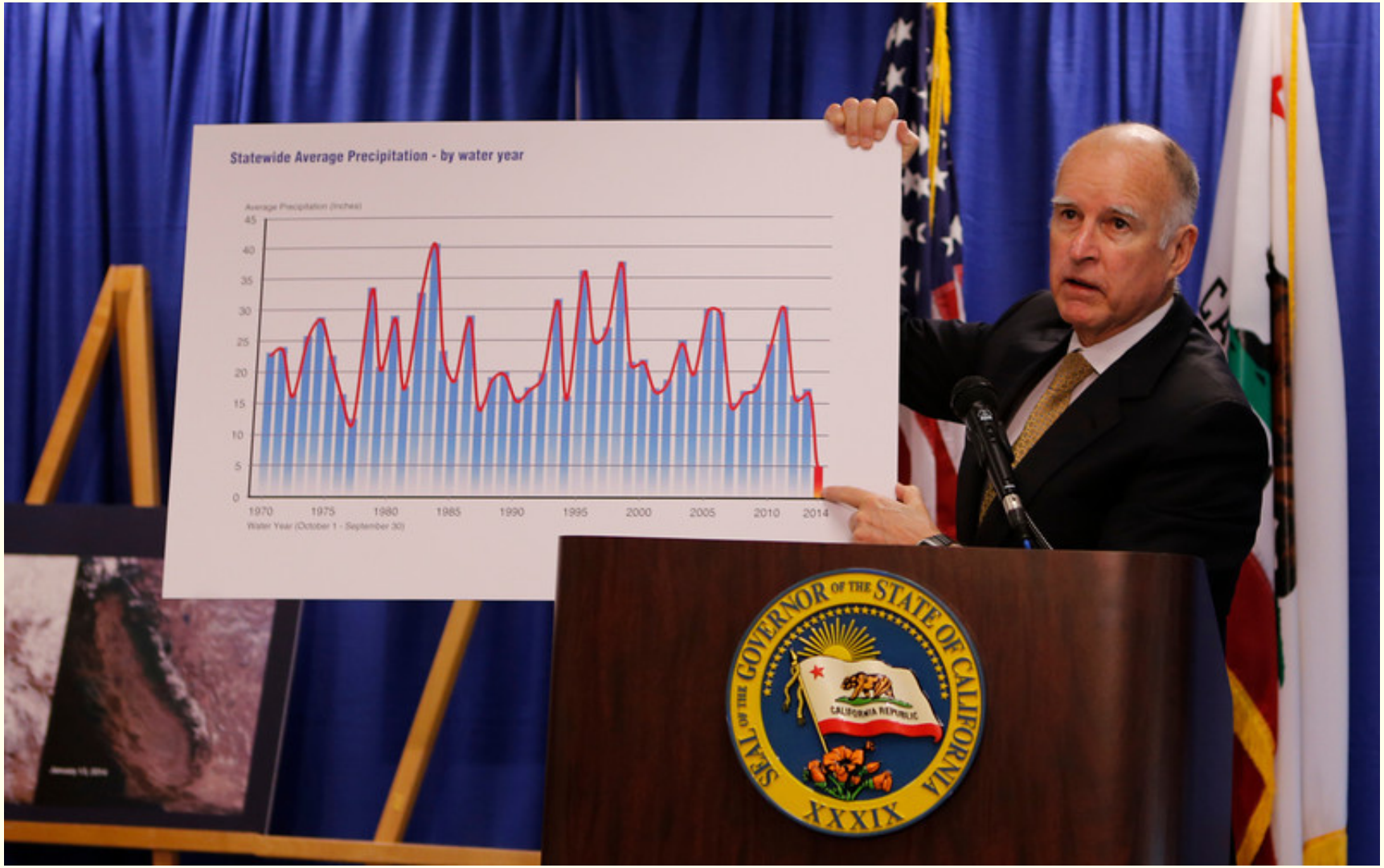
Un protagonista esencial

- Dale Huss, gerente de Sea Mist Farms, Salinas Valley, Castroville, en 2011
- Durante 24 años….1.500 ha de alcachofas…
- 23 hm^3/año de agua de riego, 16 hm^3/año regenerada
- La cuestión no era si ***esta agua era más cara que el agua de pozos que habíamos venido utilizando en el pasado….***
- ….la cuestión era que ***sin esta agua no hubiéramos podido regar nuestras explotaciones y habríamos tenido que abandonar nuestros campos***
- La máxima calidad del agua es una exigencia…***no solo para nuestros cultivos, que son de primera calidad, sino para todo el valle de Salinas….***

Nuevas circunstancias

- Gran desarrollo de las tecnologías de purificación del agua: mejor calidad microbiológica y química
- Los costes económico y energético de la ampliación de redes de distribución no potable son ***inviables***
- Planteando así un ***cambio de estrategia***
  - Disminuir las inversiones en distribución
  - Aumentar las inversiones en ***regeneración avanzada***
- Producir agua de gran calidad (igual o superior a potable)
- Para distribuir por las redes existentes
- Tras conseguir su ***legitimación*** ante el público

Una emergencia: 17/01/2014



Ante una sequía de 5 años

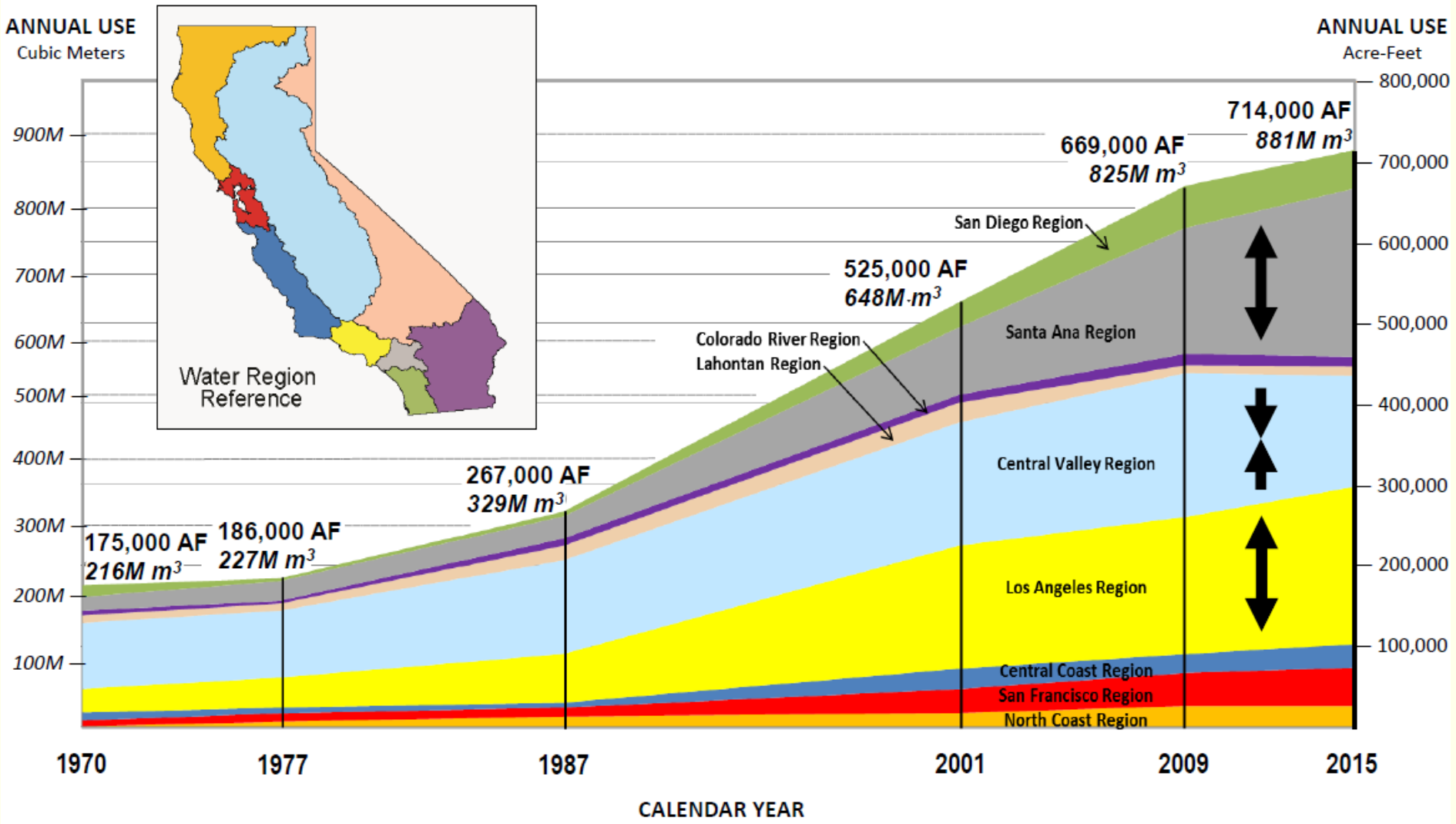




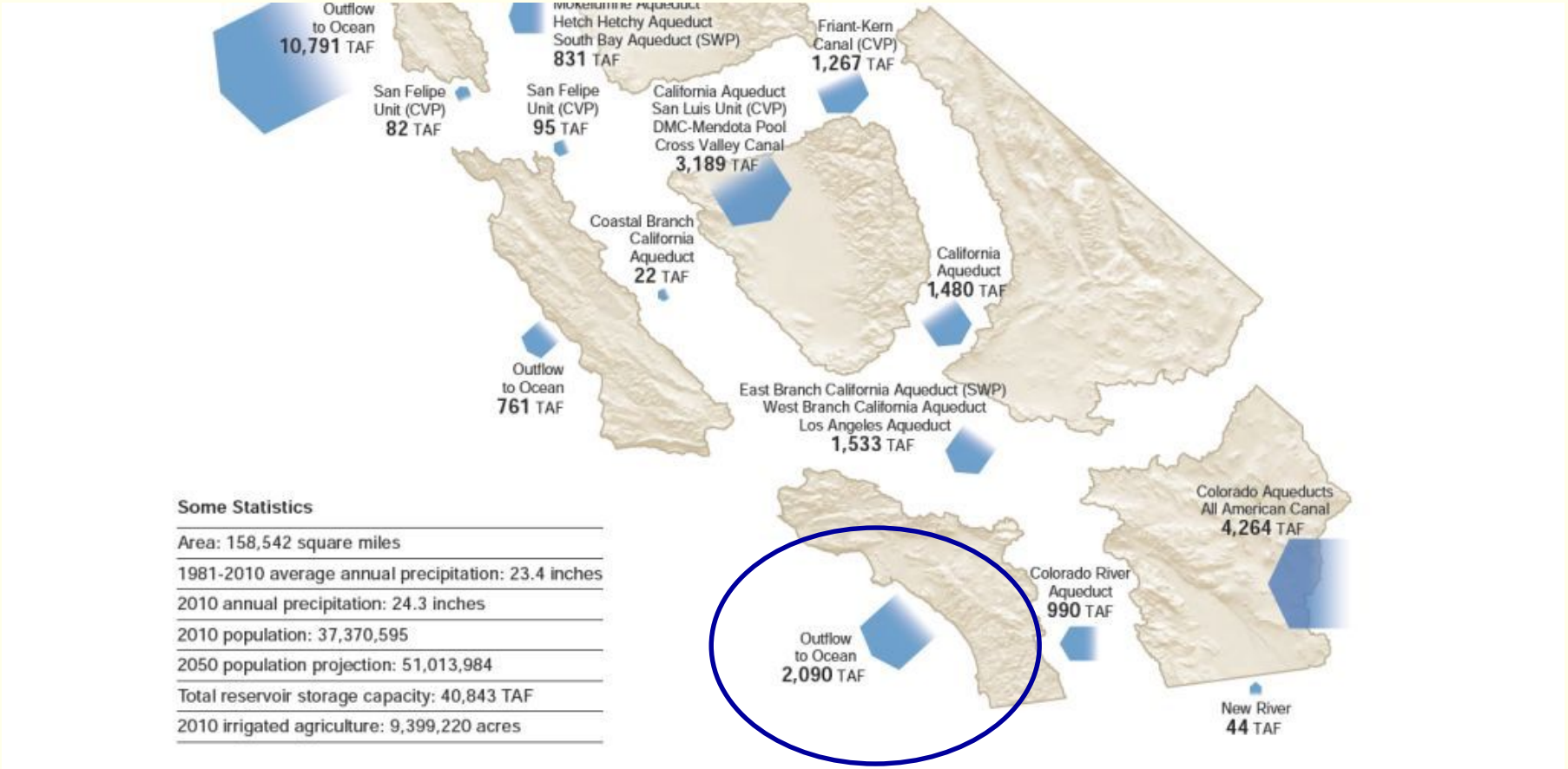
Servicio Forestal EEUU, 2018:

112 M de árboles secos

CA Recycled Water Use Since 1970



Las nuevas fuentes de recursos

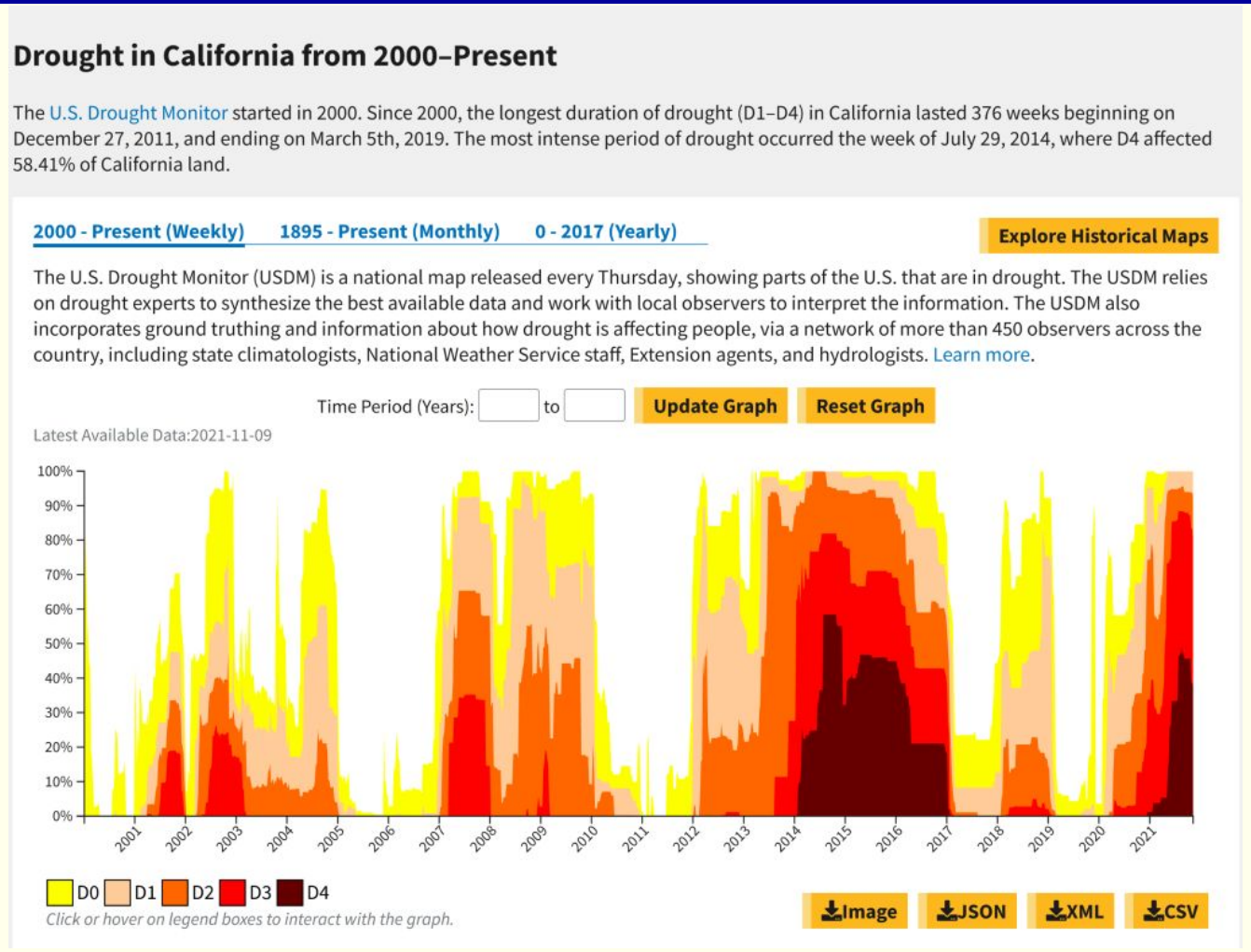


Some Statistics

Area: 158,542 square miles
1981-2010 average annual precipitation: 23.4 inches
2010 annual precipitation: 24.3 inches
2010 population: 37,370,595
2050 population projection: 51,013,984
Total reservoir storage capacity: 40,843 TAF
2010 irrigated agriculture: 9,399,220 acres

Los recursos del futuro…..***inevitables***

Una nueva sequía plurianual



https://www.drought.gov/states/california

Iniciativas inversoras regionales

- **2030: Metropolitan Water District (MWD),** 20-21 M habitantes
  - 570.000 m³/día (consumo de 335.000 viviendas)
  - Coste de construcción: ***2.700 M$***
  - Coste del agua: 1,3 $/m³, similar a otras nuevas fuentes
- **2035: Ciudad de Los Angeles,** 3,9 M de habitantes
  - 720.00 m³/día, 35 % (260 hm3/año) de su abastecimiento
  - Coste de construcción***: 8.000 M$***
  - Coste del agua estimado: similar al del agua importada
- **2035: Ciudad de San Diego (Pure Water System),** 1,4 M de habitantes
  - 2025: 115.000 m³/día, ***1.500 M$***
  - 2035: + 200.000 m³/día
  - > 40 % de su abastecimiento

En resumen

- La reutilización del agua ha adquirido un amplio desarrollo y aceptación para ***usos no potables*** desde 1985
- Ofrece recursos ***locales, de calidad, autosuficientes y más fiables*** que los convencionales
- El conocimiento científico y la tecnología son factores esenciales***, pero no son limitantes***
- El ***factor limitante es la aceptación limitada o nula de los consumidores, especialmente internacionales***
- La "llave maestra" del nuevo Reglamento europeo: ***el Plan de Gestión de Riesgos***
- Disponemos de conocimientos y experiencia para desarrollar un Plan de Gestión de Riesgo (PGR): ***control de calidad preventivo del proceso***

y además

- ***Utilizar los paneles asesores***: un método eficiente para avanzar
- Disponemos de proyectos emblemáticos a nivel mundial, bancos de prueba para investigar, documentar y legitimar
- Hemos de ***promover un marco de colaboración*** entre "instituciones de salud pública y medio ambiente" y "los gestores del agua y los usuarios"
- En California, la reutilización potable está superando a la agrícola, por la ***necesidad*** y la oportunidad de:
  - Regenerar agua a un nivel avanzado: industria, consumo
  - Aprovechar acuíferos y embalses para regular y distribuir
- La reutilización en climas mediterráneos ***es inevitable***

Iniciativa para mejorar la percepción

- **Sobre el consumo energético de la regeneración (o la depuración)**
- Expresado en "**potencia media equivalente" W/hab**
- Ejemplo tomado de la web de **ESAMUR**
- "el ratio eléctrico KWh/m^3" se mantiene en torno a 0,50 desde 2013
- Si un "habitante" contribuye 200 L/día, eso representa
- (0,50 KWh/m^3)x 0,200 (m^3/hab.día) x 1 (día/24 h) x 1000 (W/1 KW) = **4 W/hab**
- En realidad, esa contribución de agua usada debe ser menor, pues
  - en 2019 gastaron 51,7 GWh/año,
  - para una población equivalente de 2.070.000 hab
- Lo que resulta en **2,9 W/hab (media anual)**

Iniciativa para valorar la eficacia

- Mediante un ***indicador similar al de consumo de agua***: L/hab.día
- Nuevo indicador utilizado por la WRA y Florida:
  - Valor medio equivalente de regeneración y/o reutilización (anual/estacional)
  - Litros/hab.día
- Datos necesarios: volúmenes regenerados/reutilizados y población servida
- Ejemplo tomado de la web de **ESAMUR, durante 2019**
  - Población equivalente servida: 2.070.000 hab-eq
  - caudal tratado anualmente: 109,3 hm^3 que se supone reutilizado por completo
  - Tasa de reutilización: (109,3 hm^3 x 10^6 m^3/hm^3 x 10^3 L/m^3) / (365 días x 2,07 10^6 hab) =

145 L/hab.día (media anual)

Iniciativa para impulsar la colaboración

- Entre “entidades públicas de salud pública y medio ambiente” y
- “Promotores y usuarios del agua regenerada”
- Para poder superar las inquietudes (reales) de riesgo sanitario y ambiental
- Utilizando proyectos de demostración
  - Dotados de gran transparencia y de equipos especializados en comunicación
  - Revisión de resultados mediante Paneles de Expertos
  - Publicación y divulgación de resultados finales: transparencia

En un ambiente de

- ***Urgencia*** ante el riesgo de falta de seguridad y fiabilidad hídricas
- ***Actualización*** de conocimientos y experiencias tecnológicas
- ***Innovación*** para desarrollar nuevas fuentes de agua
- ***Colaboración institucional***: para fomentar la satisfacción social
- ***Desarrollo de proveedores*** de soluciones: locales e internacionales
- ***Promoción de prestigio y reconocimiento***

Asegurar mayor seguridad y fiabilidad hídricas,

mediante soluciones sostenibles

ASERSAgua.es



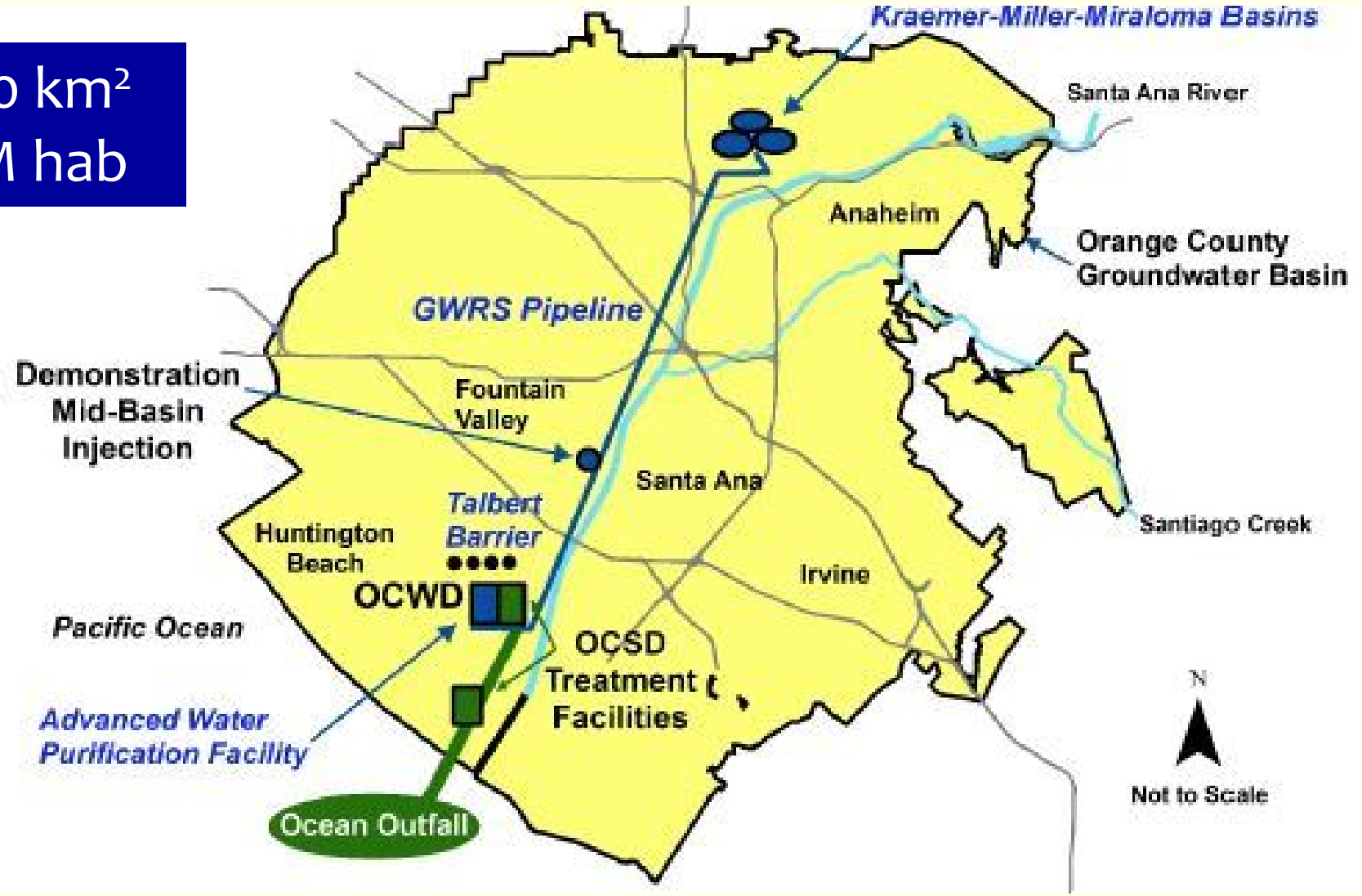
Muchas gracias por vuestra atención

GWRS: una conjunción histórica

- Desde 1975: **Water Factory 21** en ***OCWD***
  - Regenerando agua para jardinería y recarga de acuíferos
  - Ensayos y experimentación en sus propias instalaciones
  - Anticipando las sequías y el mayor coste del agua trasvasada
- En 1995
  - ***OCSD*** obligada a ampliar depuradora y emisario submarino
  - ***OCWD*** anticipa restricciones y mayores costes del agua
- El ***GWRS Project***: una conjunción de intereses
  - en un marco NO integrado de gestión de los recursos
  - proximidad y deseo de compartir economías
  - motivados por visión, liderazgo y prestigio

La demografía

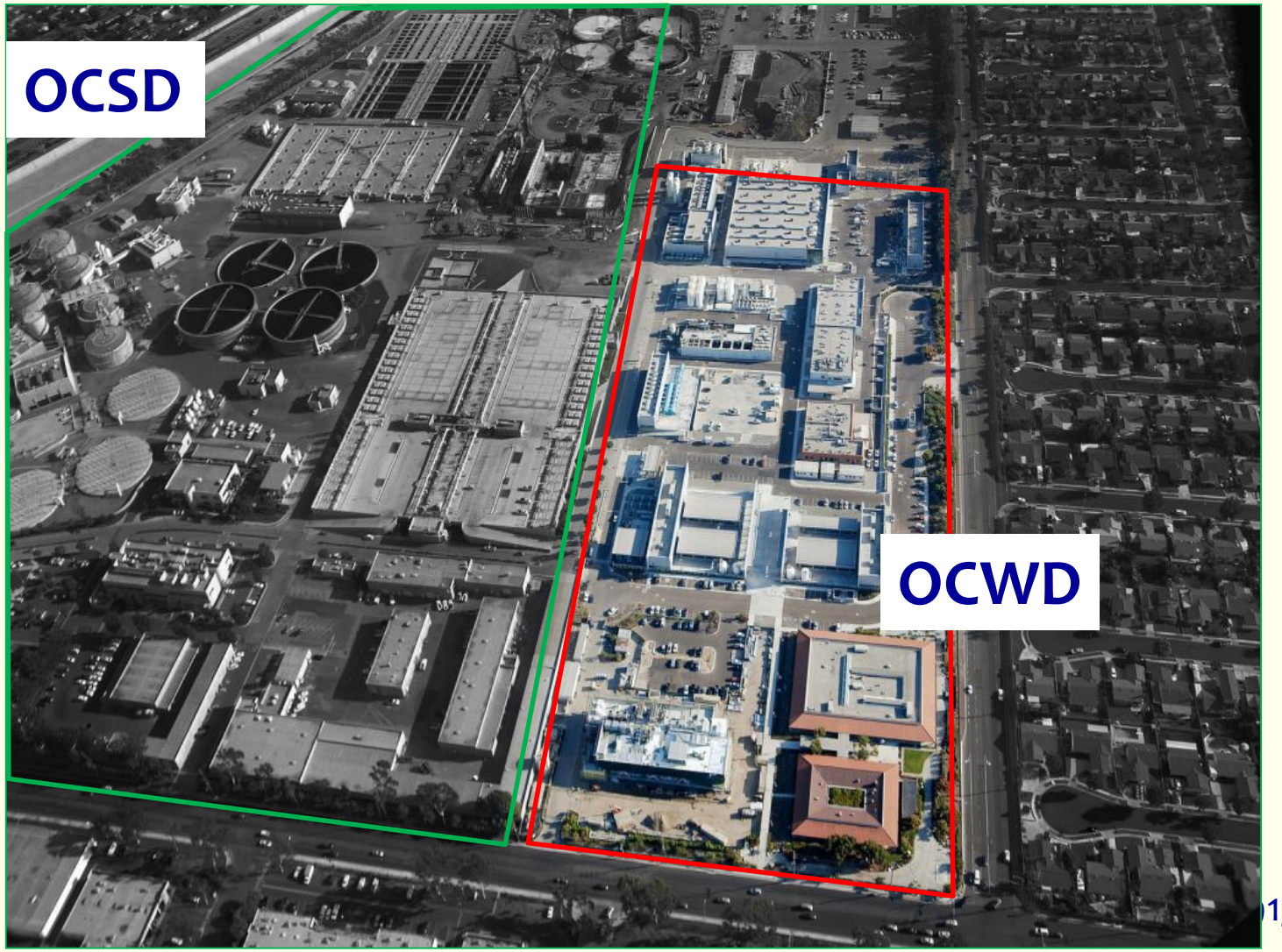
2.500 km²
3,2 M hab



Un *win-win* 1995, 2004-2008

OCWD 337 M$
OCSD 196 M$
Estado 70 M$
FED 20 M$
Total 623 M$

Caudal 380.000 m³/d



El uso potable indirecto, 2008

82 hm^3/año (2008)
125 hm^3/año (2016)
*160 hm^3/año (**2023**)*



Regulations for groundwater replenishment using recycled water, June 18, 2014

Microfiltración

Tamaño poro: 0,2 µm
Recuperación: 90 %



El color… de agua potable



hasta 126 hm^3/año (desde 2016)

Desmineralización con OI



21 bastidores de 21.000 m^3/día
3 etapas: 78-48-24 vasijas/bastidor
Recuperación: 85 %
Presión: 10-14 bar

Desinfección-oxidación



Luz UV: baja presión y alto rendimiento

Oxidación avanzada: 3 mg/l de H_2O_2

Remineralización a pH = 8,2



Para producir un agua regenerada



Equiparable a un agua potable



¡ No me lo puedo creer !



http://www.cbsnews.com/news/depleting-the-water/

Un agua purificada

Table ES-1 2014 Average Purified Recycled Water Quality[1]

Parameter Name	Units [1]	FPW [2,3]	Permit Limit
Electrical Conductivity	µmhos/cm	95 [4]	900
Total Dissolved Solids	mg/L	54	500
pH	units	8.2 [4]	6 – 9
Chloride	mg/L	7.5	55
Total Nitrogen	mg/L	1.8	5
Arsenic	µg/L	<1 [5]	10
N-nitrosodimethylamine (NDMA)	ng/L	1.8 [6]	N/A
1,4-Dioxane	µg/L	<1 [5]	N/A
Total Organic Carbon (unfiltered)	mg/L	0.16	0.5 [7]
Total Coliform (Colilert Method)	MPN/100 mL	<1 [5]	2.2

[1] See Acronyms list for units abbreviations

De forma eficiente y autosuficiente

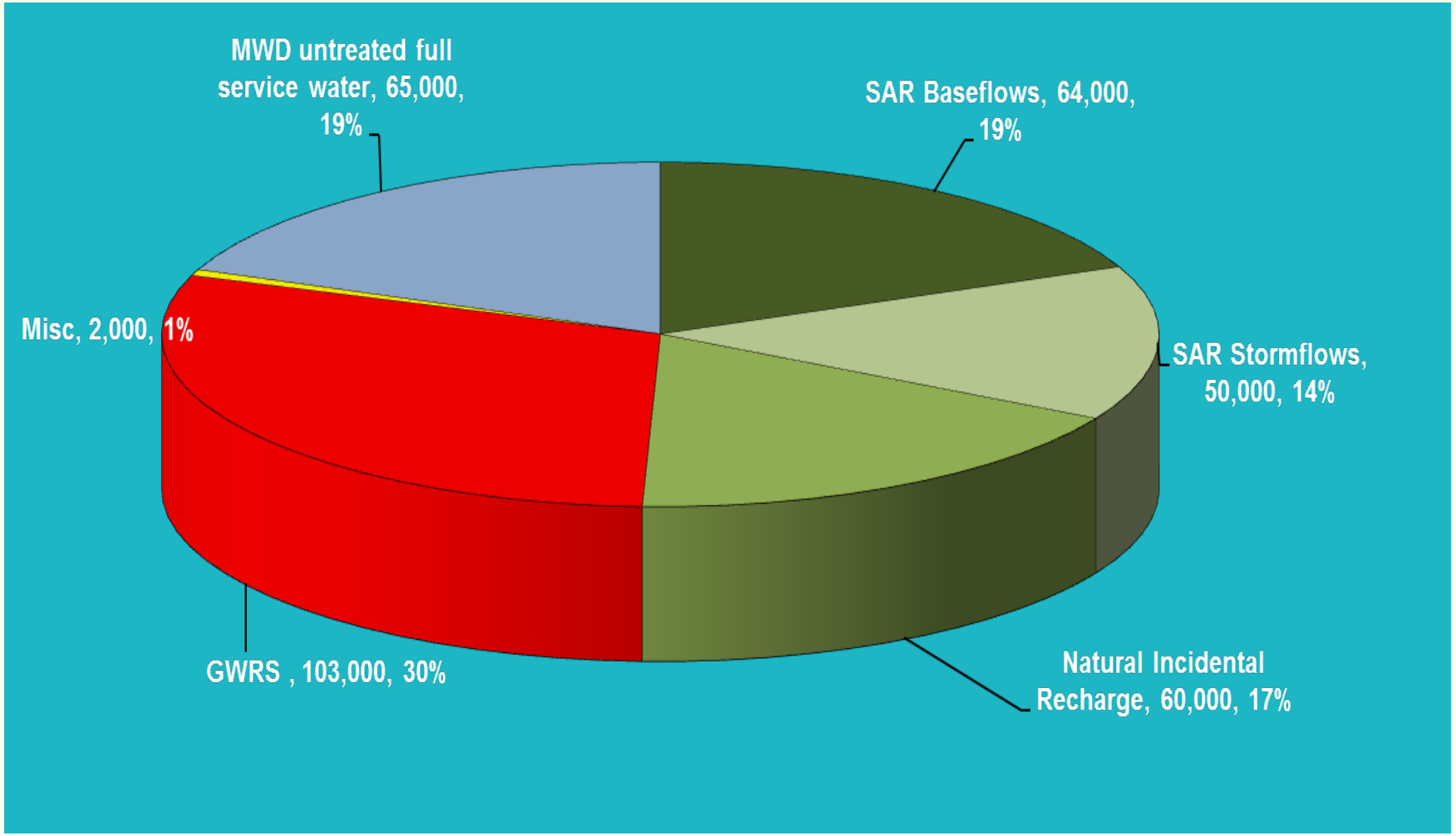
ORANGE COUNTY WATER DISTRICT

FY 2015-16 Operating Cost (July 2015 to June 2016)

Item	Annual Cost	Cost/AF
Electricity Power used is 1,385 kWH/acre foot or 1.12 kWh/m^3	$12,494,5299	$122
Chemicals	$5,559,252	$54
Labor	$9,678,633	$95
R&R Fund Contribution	$6,882,996	$67
Plant Maintenance	$3,586,290	$35
Debt Service	$20,700,000	$203
Sub Total	$58,901,700	$577
Operating Subsidies (Includes Demand Response and MWD LRP)	($9,469,996)	($93)
Total Net Cost*	$49,431,704	$484/af ($0.39/m^3)

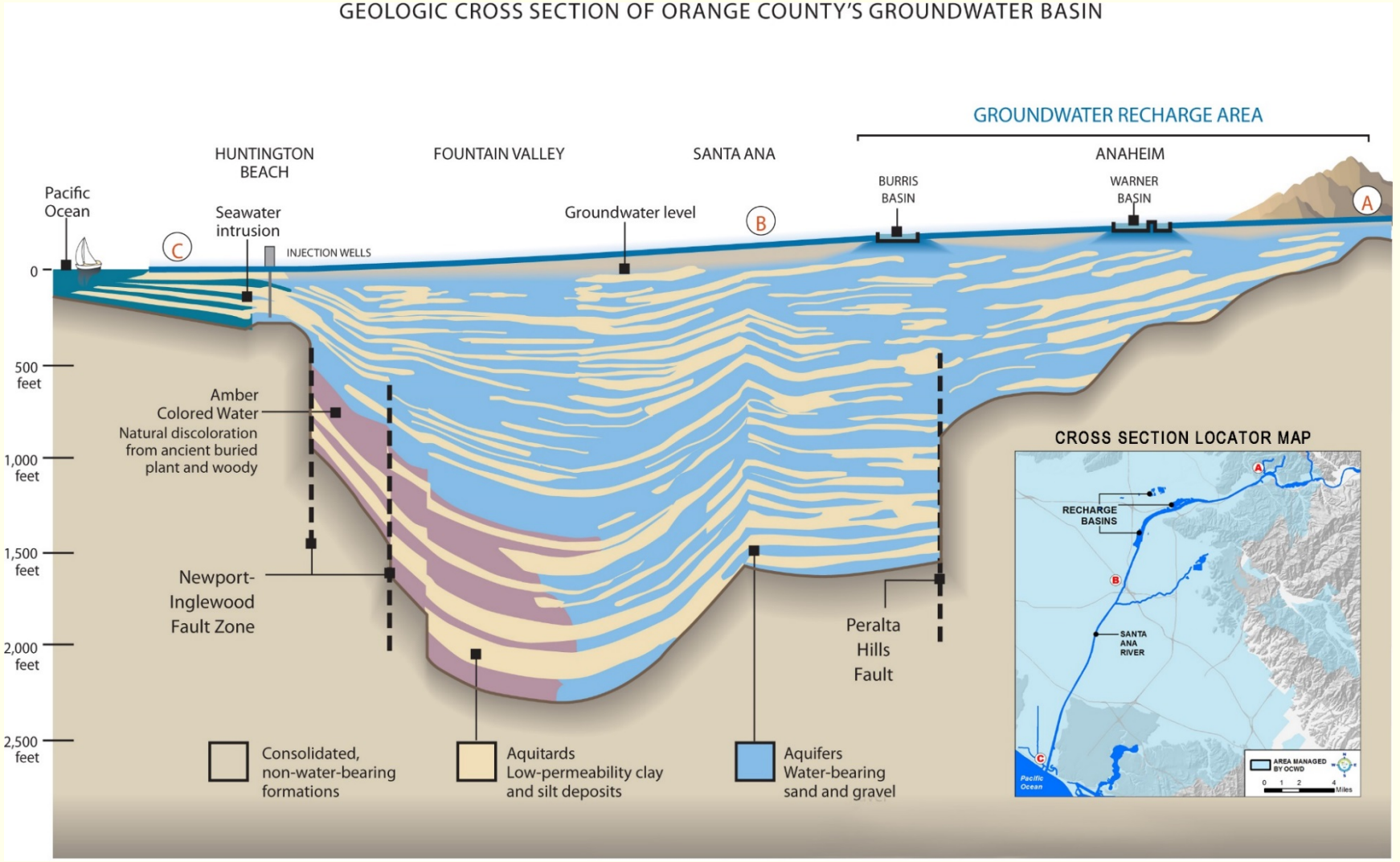
* Based on a production of 102,138 acre feet or 125,985,180 m^3

Recarga total de 425 hm³/año



Caudales típicos recargados anualmente en el acuífero de OCWD

Un acuífero sobre 75.000 ha



Barrera contra la intrusión salina



Un pozo de inyección



Lagunas de infiltración

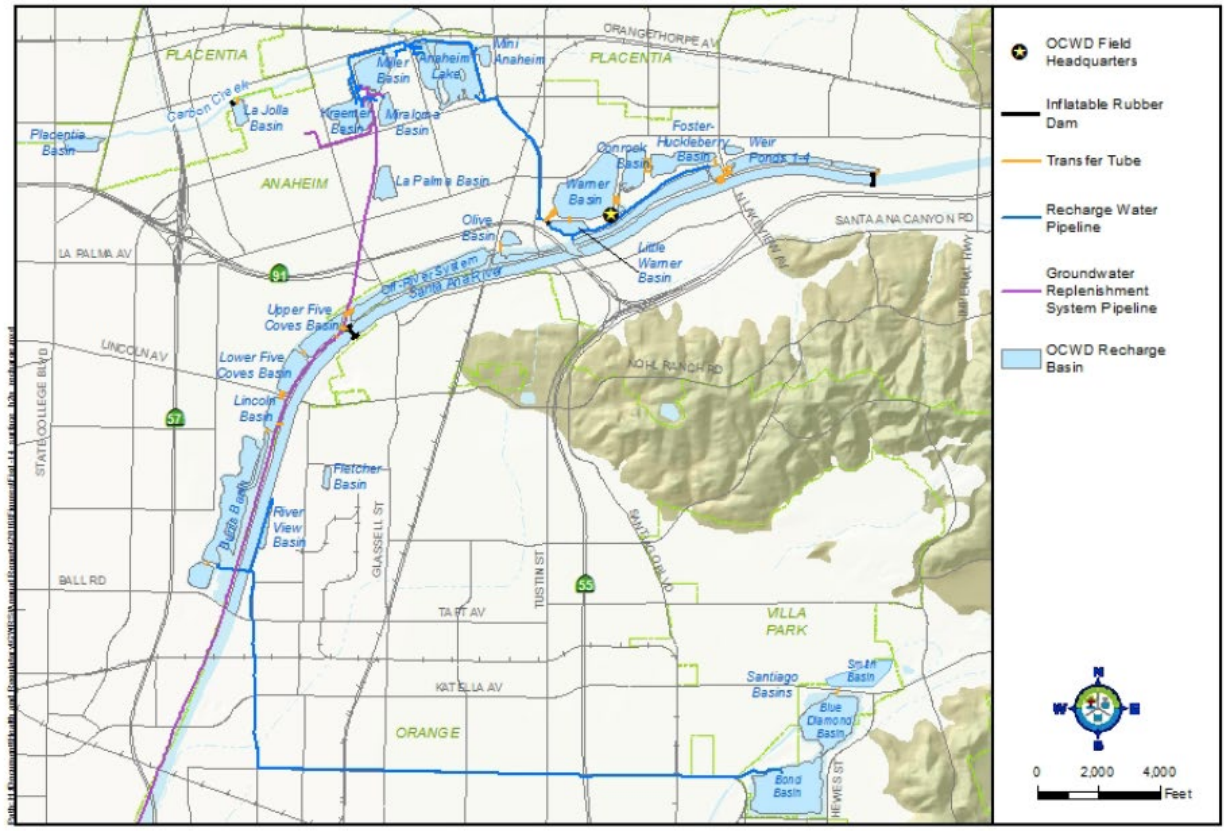


Figure 1-16. Surface Water Recharge Facilities

Laguna de recarga-infiltración



Llegada a la laguna de infiltración



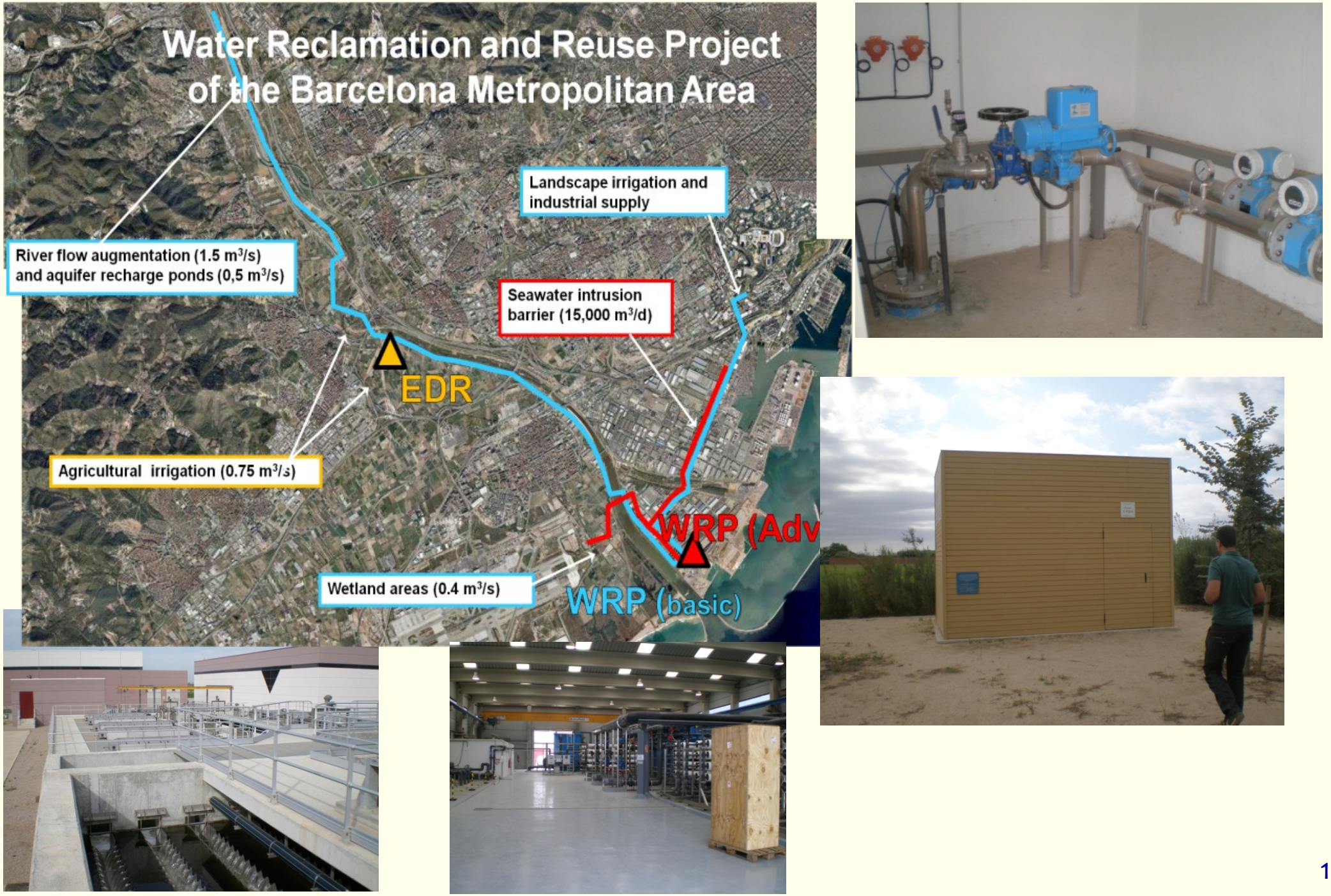
Pioneros en promoción



Y divulgación pública



http://losangeles.cbslocal.com/2017/06/21/purified-recycled-drinking-bottled-water-hollywood/


Water Reclamation and Reuse Project
of the Barcelona Metropolitan Area
River flow augmentation (1.5 m³/s)
and aquifer recharge ponds (0,5 m³/s)
Landscape irrigation and
industrial supply
Seawater intrusion
barrier (15,000 m³/d)
EDR
Agricultural irrigation (0.75 m³/s)
WRP (Adv
Wetland areas (0.4 m³/s)
WRP (basic)

Regeneración básica

300.000 m^3/día



Regeneración avanzada



15.000 m³/día

Inyección en barrera contra la intrusión



15.000 m^3/día

Tarragona: usos industriales

Fase I: 7 hm^3/año (2012)

En 2018: 4 hm^3/año

Fase II: 10 hm^3/año

Fase III: 20 hm^3/año



Reclaimed water for the Tarragona petrochemical park.
J. Sanz et al. WST: Water Supply | 15.2 | 2015. doi: 10.2166/ws.2014.114

Coagulación-floculación



Decantación lastrada



Microtamizado *10* µm



Filtración rápida en arena



Filtros de cartucho



Ósmosis inversa, doble etapa



Un agua regenerada

Table 5 | Reclaimed water quality at the outlet of Camp de Tarragona AWRP and in the water distribution network to the Camp de Tarragona industrial park

Legionella spp. (cfu/L)[a]	*Escherichia coli* (cfu/100 mL)[a]	TSS (mg/L)	Turbidity (NTU)	Helminth eggs (ova/10 L)
<80	<1	<2	<0.2 – 0.3 (<0.6 in	<1

[a]Detection limit of the analytical

Reclaimed water from the Camp de Tarragona AWRP has an average electrical conductivity of 20 µS/cm and a TOC lower than 0.2 mg/L, which makes it perfectly suitable for

the number of water users during the second semester of 2014 and reach the 2 hm^3/year production capacity established in the action program approved by the CWA.

An economic analysis made by the AITASA-Veolia operating company indicated a production cost of 0.5 €/m^3 for advanced reclaimed water, during the 1-year guarantee

Un agua de calidad ***potable***…