La reutilización planificada y la gestión integrada del agua

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

XXXIX Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras

Madrid, 22 noviembre 2022

Objetivos

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

1. Presentar los retos de la gestión integrada del agua en las condiciones demográficas y climatológicas actuales
2. Valorar el papel de la regeneración y la reutilización del agua en la gestión integrada de los recursos hídricos
3. Ilustrar los logros conseguidos en zonas de clima mediterráneo, como California, desde los episodios de sequía ocurridos desde 1976
4. Enunciar diveros proyectos emblemáticos internacionales y nacionales
5. Plantear el (*nuevo*) ***servicio de abastecimiento de agua regenerada***

1. Panorama hídrico del planeta

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Recursos hídricos ***finitos*** para atender:
  - al medio natural: usuario de pleno derecho (DMA)
  - una población creciente (≈ 8.000 Mp; ≈ 260.000 p/día; ≈ 95 Mp/año)
- Concepción actual: gestión ***sistémica o integrada del agua*** (los ODS)
- En un contexto de:
  - Consumos concentrados en zonas urbanas metropolitanas (*megalópolis*)
  - Agricultura que ofrece abastecernos de alimentos
  - Industria que desea fiabilidad de suministro
  - Modelos de cambio climático que anticipan una mayor incertidumbre (***irregularidad***) pluviométrica
  - ***Expectativa social de liderazgo y coherencia pública (ahorro, economía circular)***

Retos de nuestro contexto geográfico

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Una zona geográfica de ***clima mediterráneo***
- Caracterizada por un ritmo pluviométrico específico
  - Lluvias durante el otoño y la primavera
  - Largos meses de tiempo soleado y seco
  - Episodios de intensas lluvias: ***inundaciones***
  - Episodios de escasez de lluvias: ***sequías***
- Para la que se anticipa una ***mayor irregularidad pluviométrica***
- ***Haciendo necesaria una adaptación de las estrategias tradicionales de gestión*** a la pluviometría, la regulación y los usos del agua actuales
- La opción de ***BAU*** tiene un futuro muy limitado

Con reservas irregulares

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Agua embalsada en España

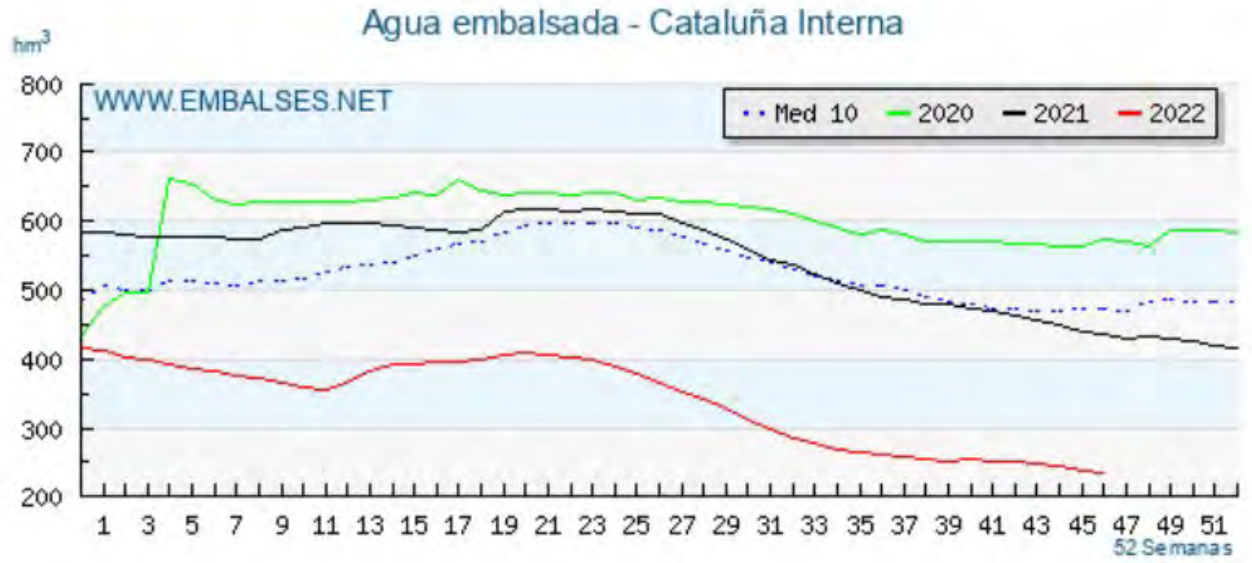
Agua embalsada (15-11-2022):	**18.249**	**hm³**	**32.55**	**%**
Variacion semana Anterior:	91	hm³	0.16	%
Capacidad:	56.069	hm³		
Misma Semana (2021):	22.108	hm³	39.43	%
Misma Semana (Med. 10 Años):	28.262	hm³	50.41	%

Más marcada a escala regional

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

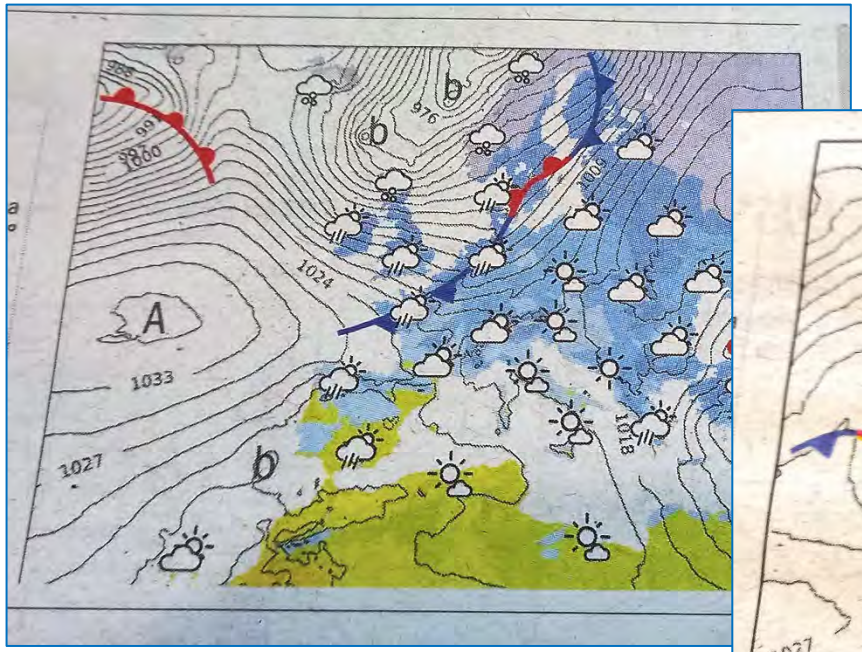
Cuenca: Cataluña Interna

Agua embalsada (15-11-2022):	**235**	**hm³**	**34.71**	**%**
Variacion semana Anterior:	-4	hm³	-0.59	%
Capacidad:	677	hm³		
Misma Semana (2021):	436	hm³	64.40	%
Misma Semana (Med. 10 Años):	473	hm³	69.91	%

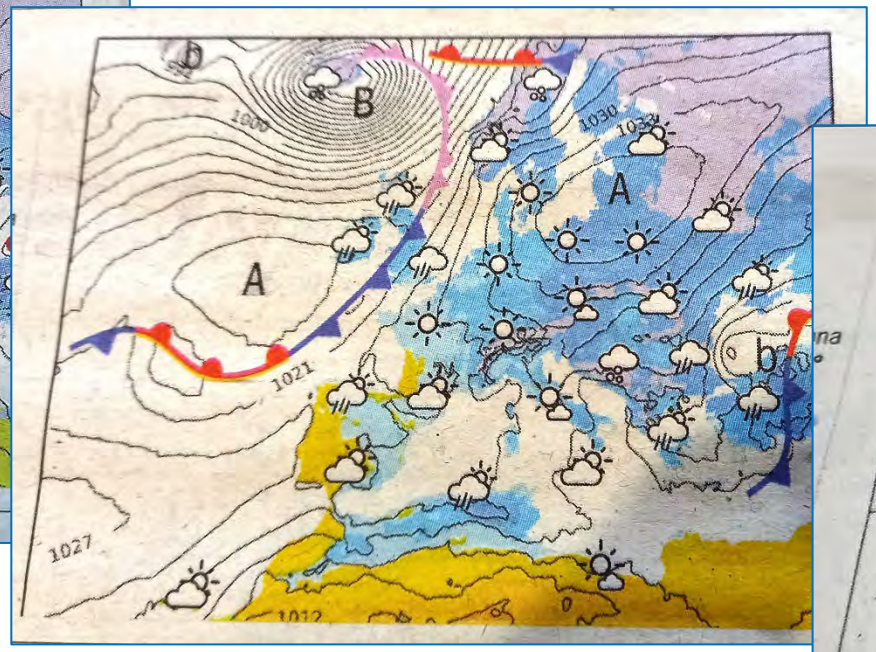


Posición del anticiclón, como en California

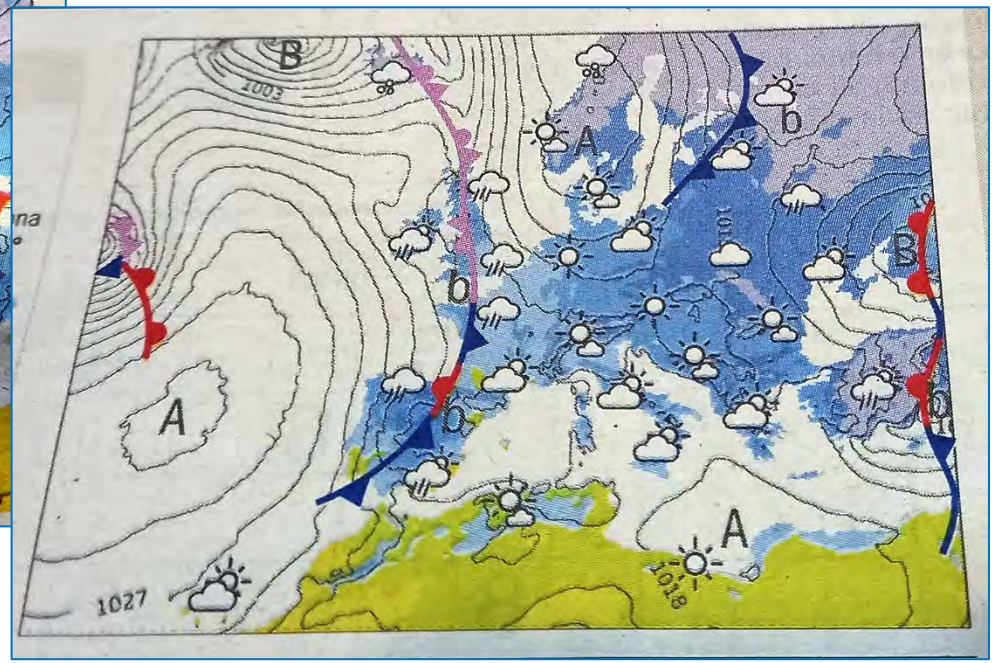
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



24 febrero 2022



28 febrero 2022

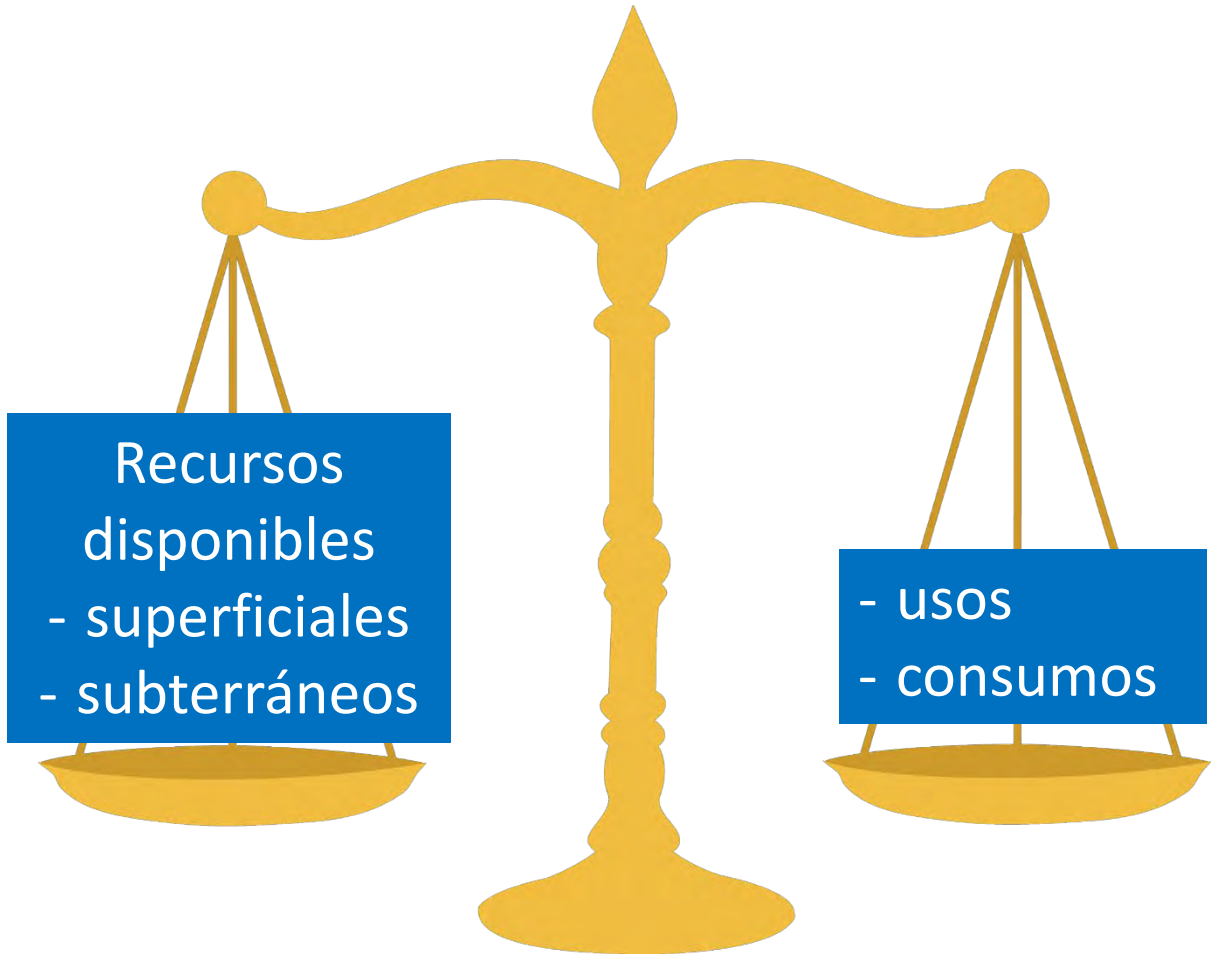


3 marzo 2022

El reto actual: *equilibrar*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- precipitaciones
- evaporación
- regulación
- vertido al mar
- ……



- ambientales
- urbanos
- agrícolas
- industriales
- jardinería
- refrigeración
- energía
- ……

El ciclo hidrológico: *el ciclo natural*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Cortesía de la Diputación de Soria

Estrategias de gestión

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- 6 estrategias para ***satisfacer los consumos con los recursos disponibles***
- Tradicionales (***no aportan*** recursos netos adicionales)
  1. Preservación/mejora de las fuentes de agua (***control vertidos, saneamiento***)
  2. Ahorro y uso eficiente del agua (***Smart Water***)
  3. ***Regulación*** de recursos: embalses y acuíferos
  4. Compartiendo agua en una cuenca: Consorcios y Mancomunidades o trasvases entre cuencas (***aporta recursos***)
- Innovadoras (***aportan*** recursos netos adicionales, ***en la costa***)
  5. ***Regeneración y reutilización del agua***
  6. Desalinización de aguas salobres y marinas (***legitimada***)

Con criterios operativos

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Unas estrategias que deben implantarse:
  - ***Planificando*** las actuaciones (a medio y largo plazo) ***sin dilación***
  - ***Diversificando*** las fuentes y las estrategias: fiabilidad y resiliencia
  - ***Equilibrando*** infraestructuras y gestión: ***la gestión suele ser un factor limitante***
  - ***Aplicando*** criterios de sostenibilidad (ambientales, sociales y económicos)
  - ***Propiciando*** una gestión *ágil, eficiente y* ***transparente***

¿No estamos reutilizando ya?

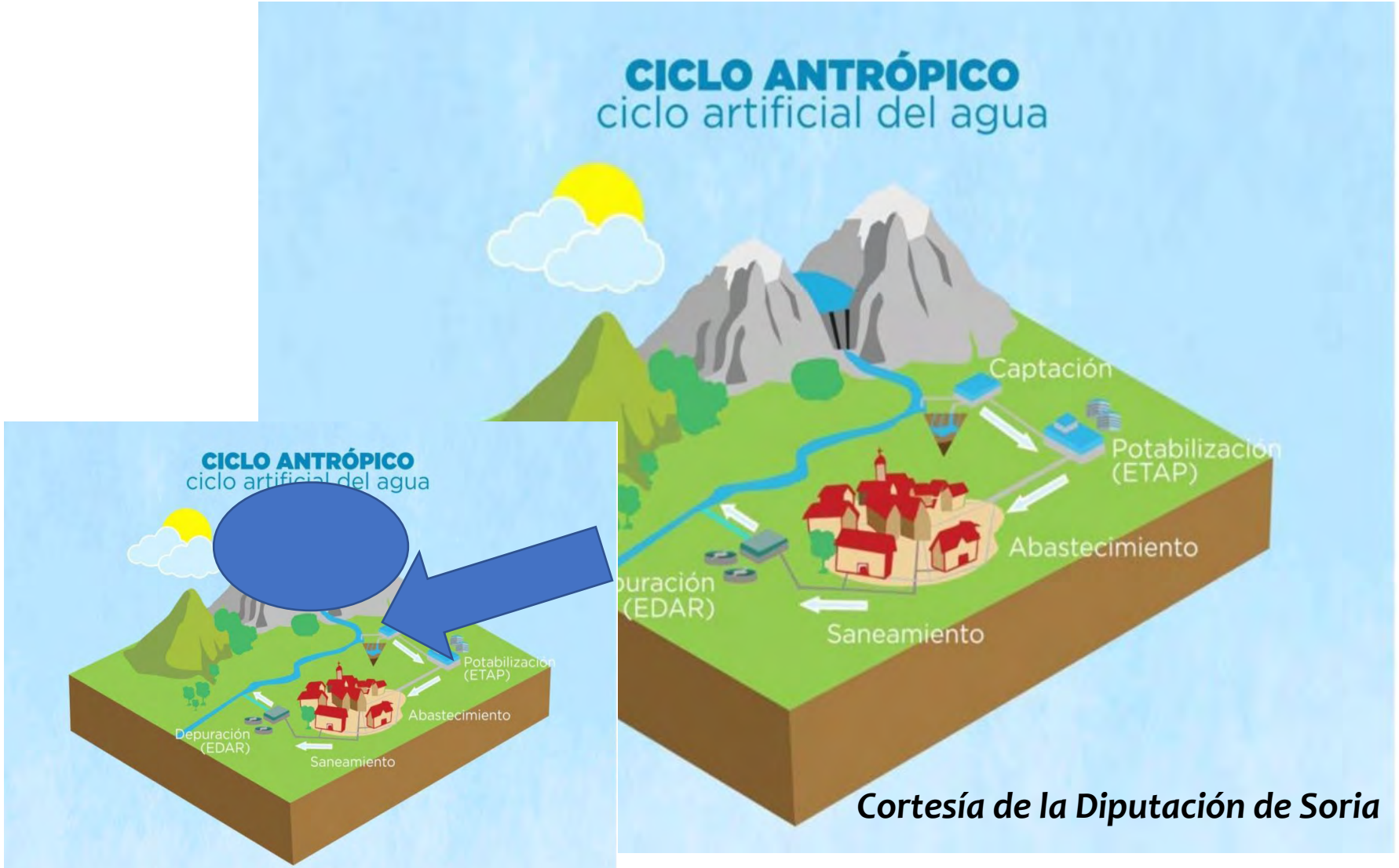
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- La reutilización ocurre desde ***tiempo inmemorial***
- El ***ciclo natural del agua es un ejemplo emblemático de la economía circular***
- Reutilización ***indirecta, incidental, no planificada, "de facto"***:
  - Vertidos aguas arriba, diluidos y vueltos a captar
  - *(Casi)* todos ***"vivimos….aguas abajo"***
  - ***Ocurre en todos los cursos de agua del mundo:*** *en diferentes grados*
- ***Legitimada*** por la historia, las costumbres, la legislación y las normas

El uso convencional en el planeta

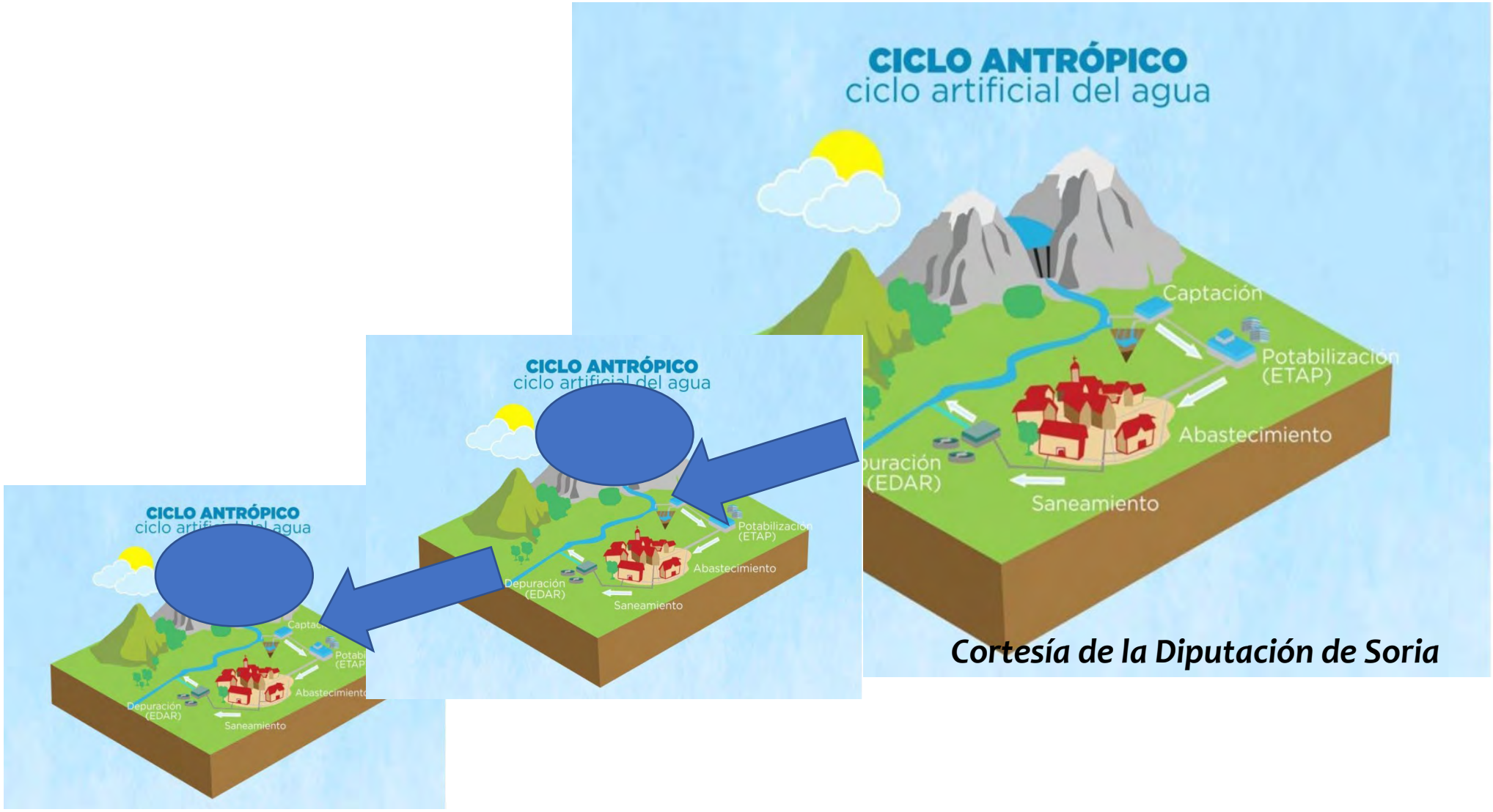
Cortesía de la Diputación de Soria

La reutilización *incidental*



Cortesía de la Diputación de Soria

Reutilización incidental, progresiva



Cortesía de la Diputación de Soria

2. La reutilización planificada "*del agua*"

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Reutilización ***planificada*** del agua o simplemente ***reutilización del agua***
  - Más reciente, mitad siglo XX
- Tiene una ***larga tradición de éxitos*** (Windhoek, 1968),
- Disponemos de numerosos proyectos emblemáticos en zonas semi-áridas y mediterráneas
- Afronta el gran reto de su ***legitimación:*** pues está ***estigmatizada*** y ***prohibida***
- Para legitimarla necesitamos:
  - ***apoyo normativo*** de las autoridades sanitarias y de recursos hídricos
  - ***campañas de comunicación:*** mejorar ***su percepción y aceptación públicas***

Motivaciones para adoptarla

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

1. Disponer de fuentes de suministro "***nuevas, adicionales***"
   - ***evitando las pérdidas*** a la atmósfera o ***al mar***
   - ***se aumentan la auto-suficiencia, la fiabilidad***, con ***fuentes locales***
   - ***La condición más motivadora: LA SEQUÍA, intensa, multianual…***
2. Mejorar la gestión de las aguas depuradas:
   - ofreciendo ***alternativas al vertido al medio acuático***
   - se avanza hacia el ***"vertido cero", preservando su calidad***
   - Una condición muy motivadora: la ***"protección ambiental"***

Son opciones ***independientes, pero pueden ser sucesivas***

Con sus beneficios

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- 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
- Permite una gestión integrada del agua más sostenible
- Asegura una mayor ***fiabilidad (garantía)*** de suministro

y sus exigencias (retos)

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Unas ***normas de calidad*** (protección sanitaria y ambiental)
- Un proceso de regeneración eficiente y fiable: ***salto cualitativo***
- Una nueva mentalidad: ***elaborar un producto***, en lugar de un residuo (EDAR)
- Una (***posible***) doble red de distribución
- ***Conseguir su legitimación, su aceptación pública***:
  - Contradice el ***statu quo*** reglamentario, 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 del agua

Para diversas aplicaciones

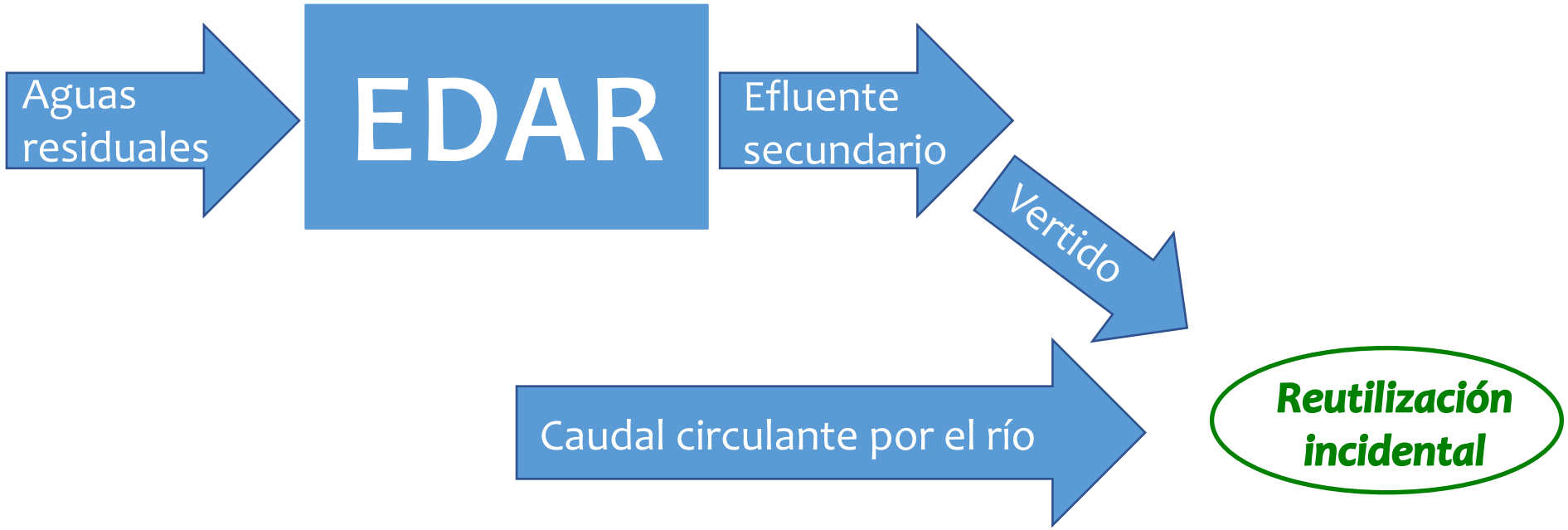
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- **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

La perspectiva de la EDAR

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

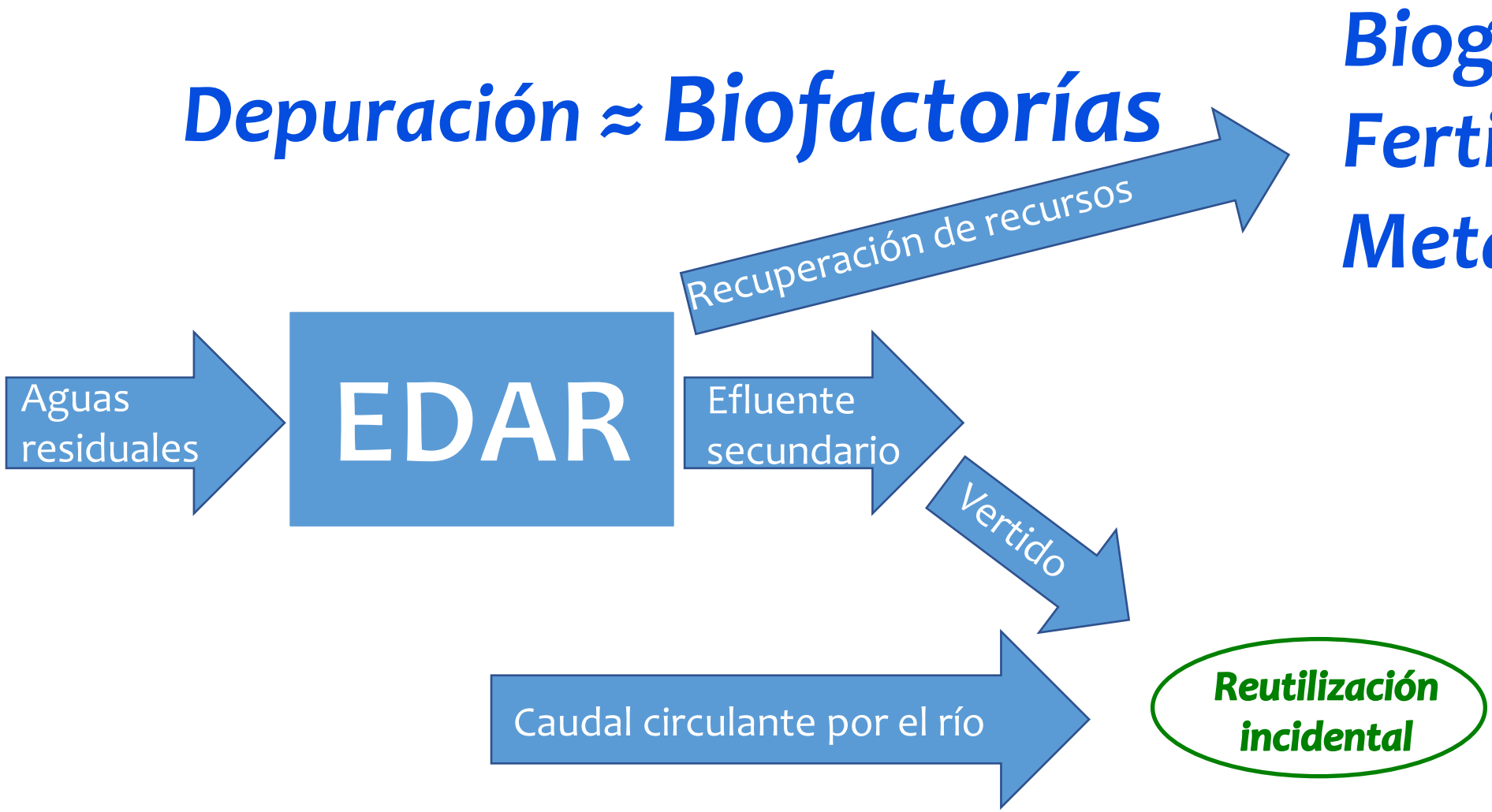
Depuración



La EDAR: *nueva fuente de recursos*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Depuración ≈ Biofactorías

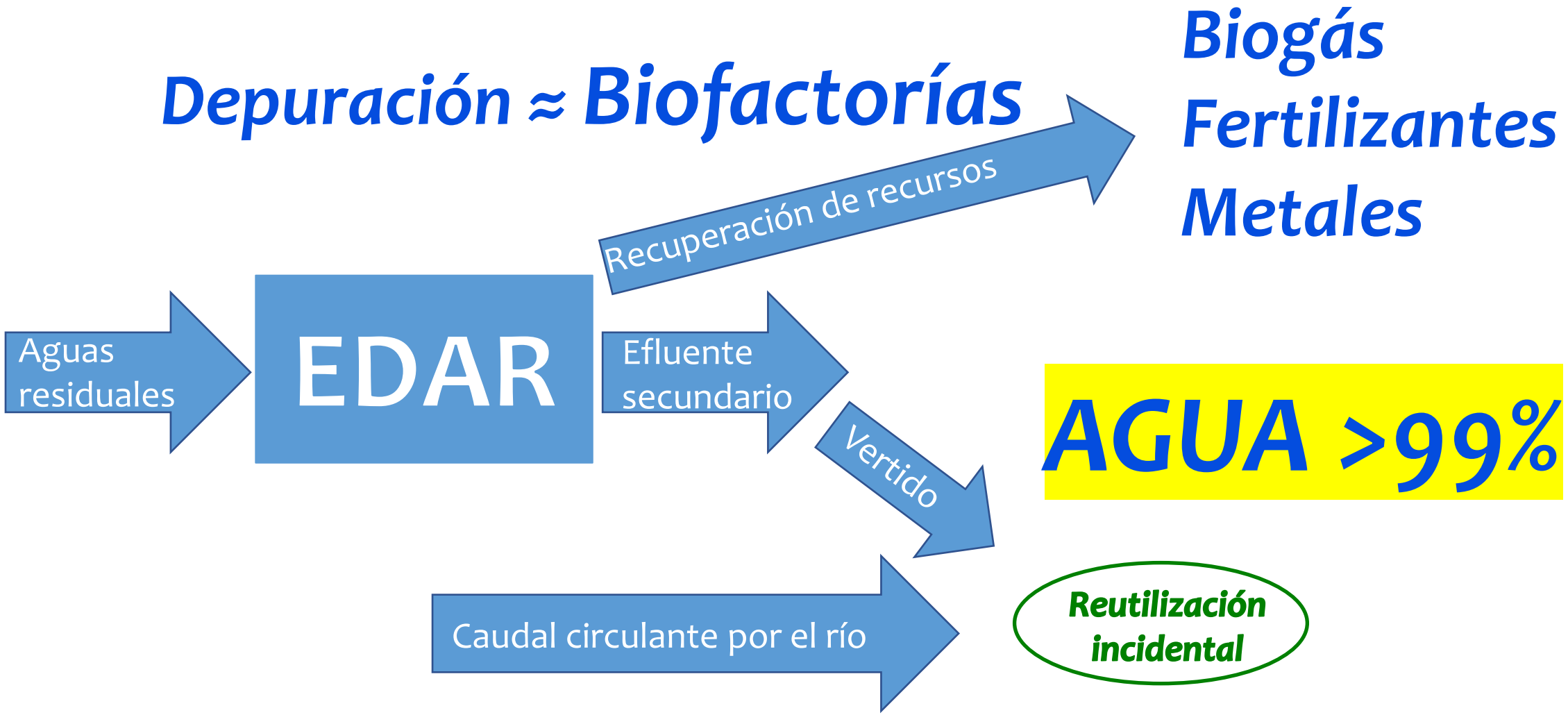


Biogás
Fertilizantes
Metales

La EDAR: *nueva fuente de recursos*

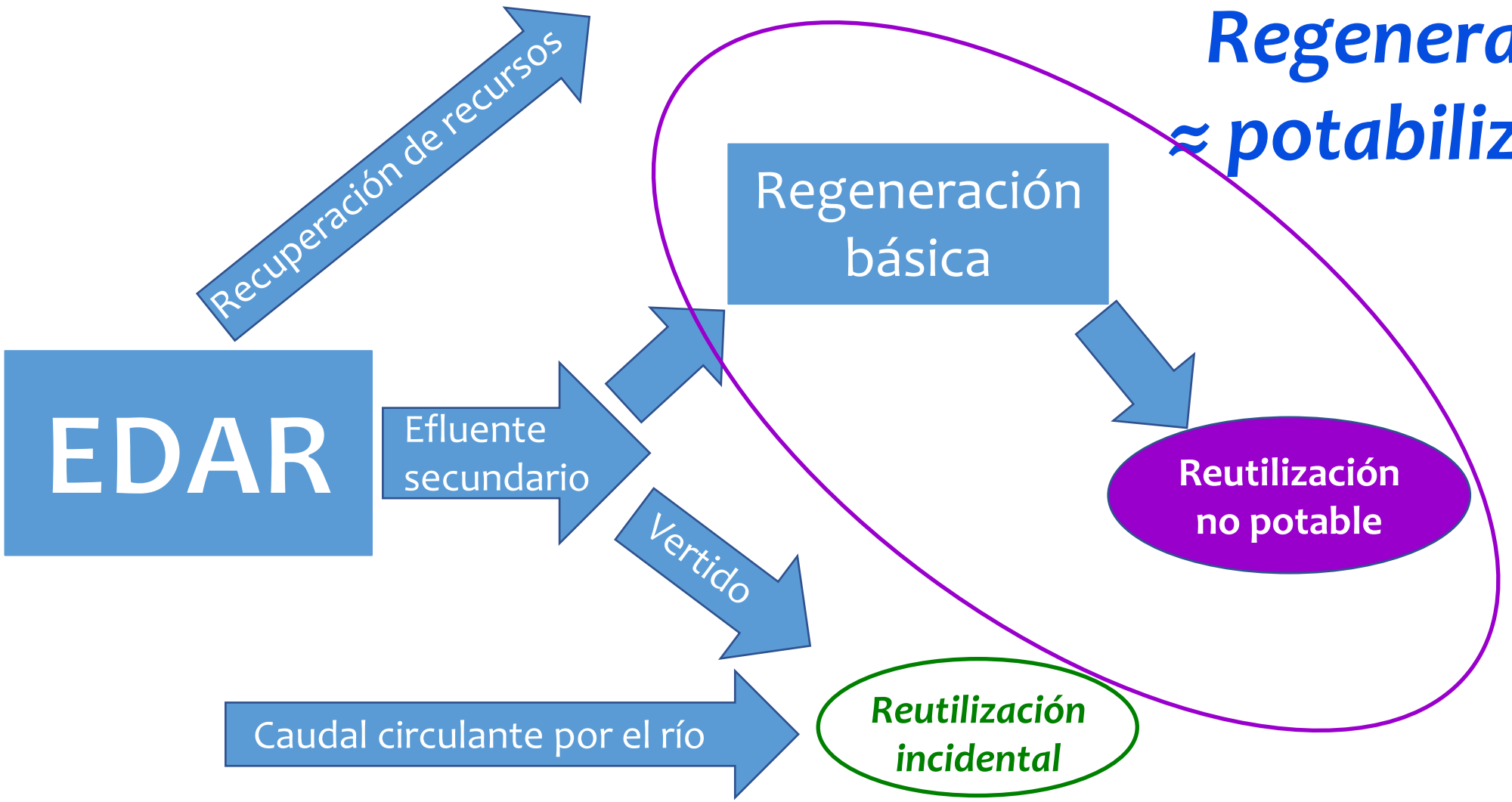
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Depuración ≈ Biofactorías



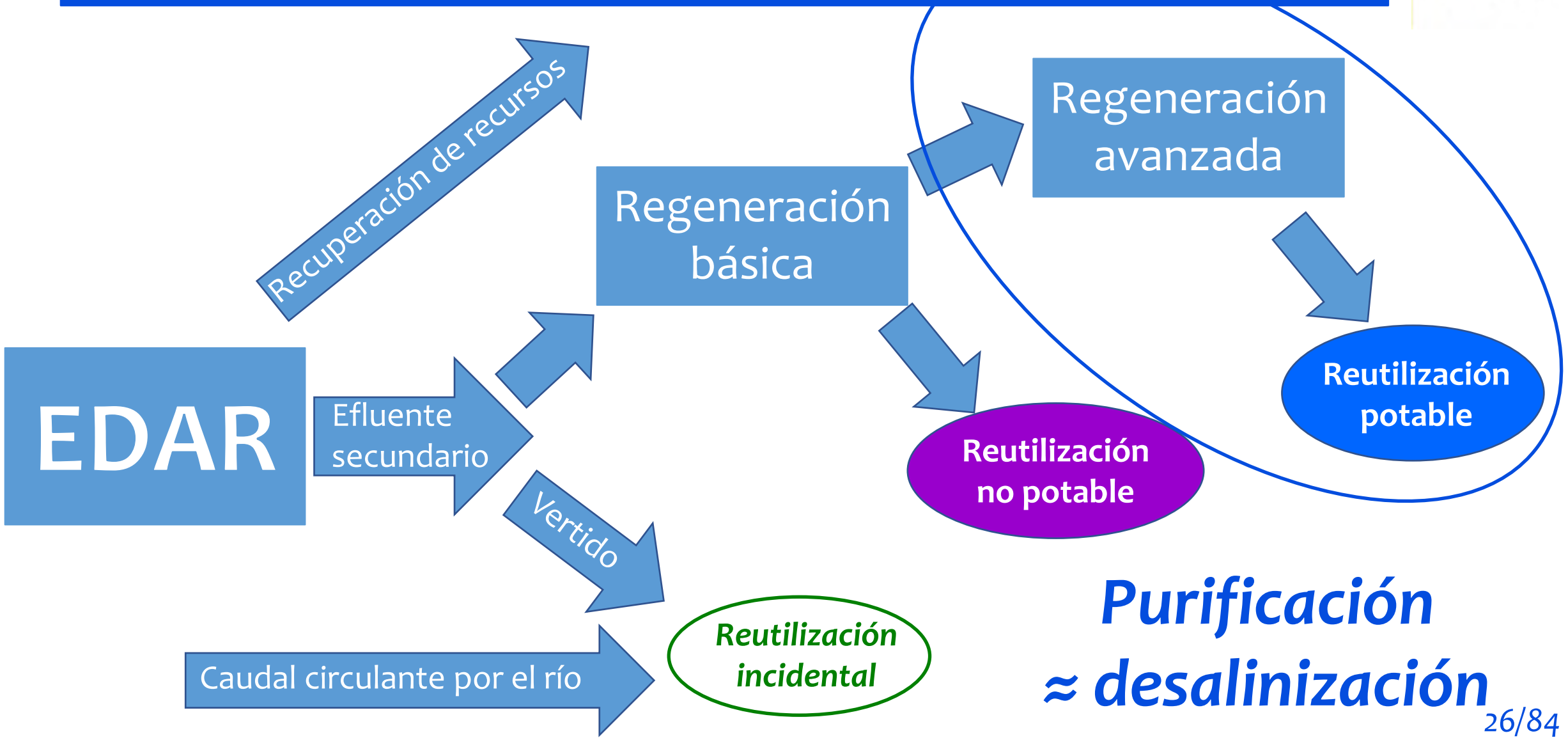
La EDAR: nueva fuente de agua *no potable*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



Regeneración ≈ potabilización

Y también nueva fuente de *agua potable*



Purificación ≈ desalinización

Terminología (*Reglamento UE 2020/741*)

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- ***Regenerar agua:***
  - Se regenera agua (se adecúa su calidad) para un uso concreto
  - Se realiza en una ***estación de regeneración de agua*** (ERA)
- ***Reutilizar agua:***
  - Se suministra agua regenerada a los usuarios, mediante:
    - Una red de distribución existente (o una nueva, doble red)
    - Un sistema de *regulación* del agua
    - Atendiendo ciertos requisitos de utilización
- ***Diversos nombres*** para este **recurso no convencional:**
  - Reclaimed water; Recycled water (California, Australia); *NEWater* (Singapur) *Purified water* (San Diego)

Terminología comparada

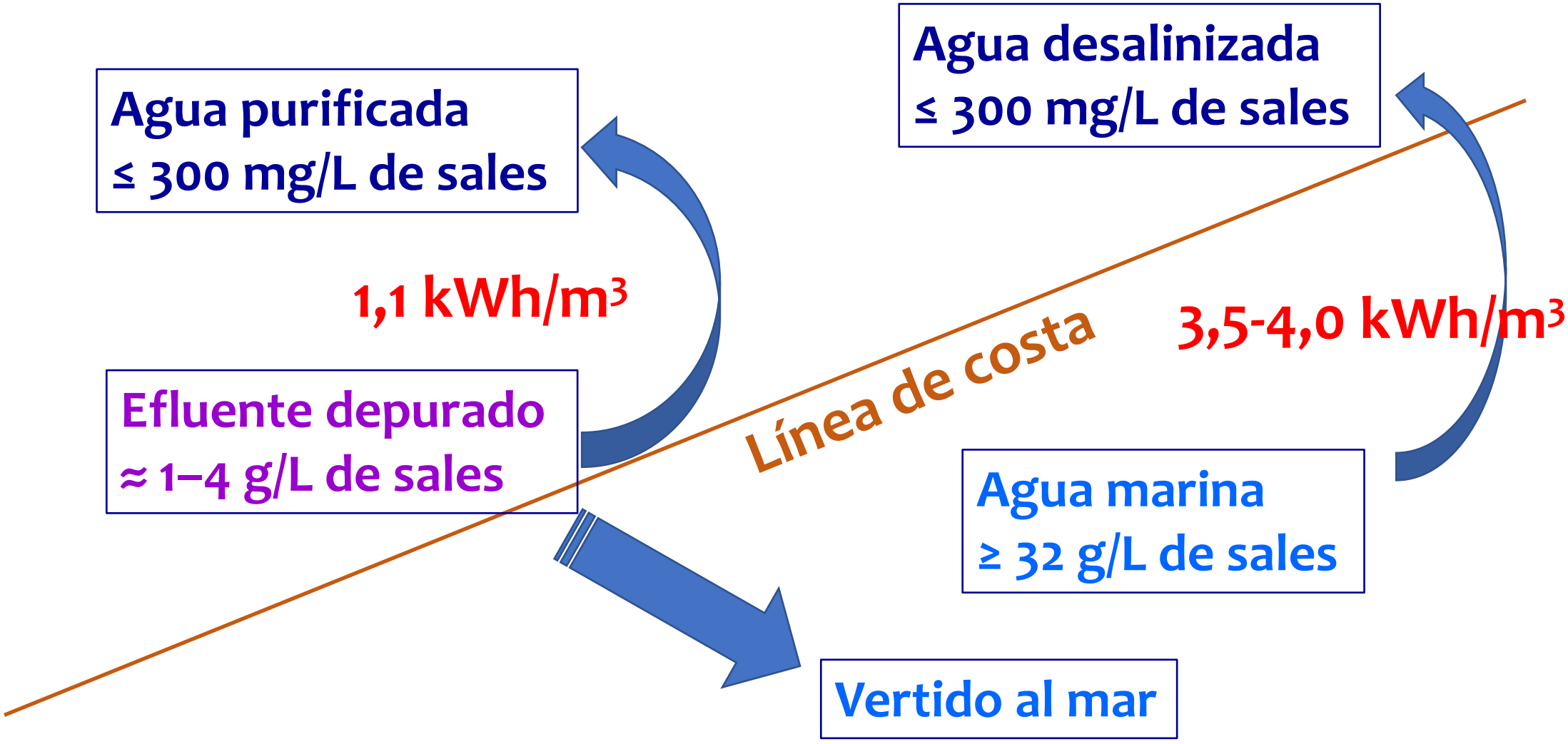
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Estación regeneradora de agua (ERA)	→ Agua regenerada	→ Utilización de agua regenerada Reutilización de agua
Planta desalinizadora de agua	→ Agua desalinizada	→ Utilización de agua desalinizada

Regenerar ⟷ Desalinizar

Agua regenerada ⟷ Agua desalinizada

Eficiencia comparada: ósmosis inversa

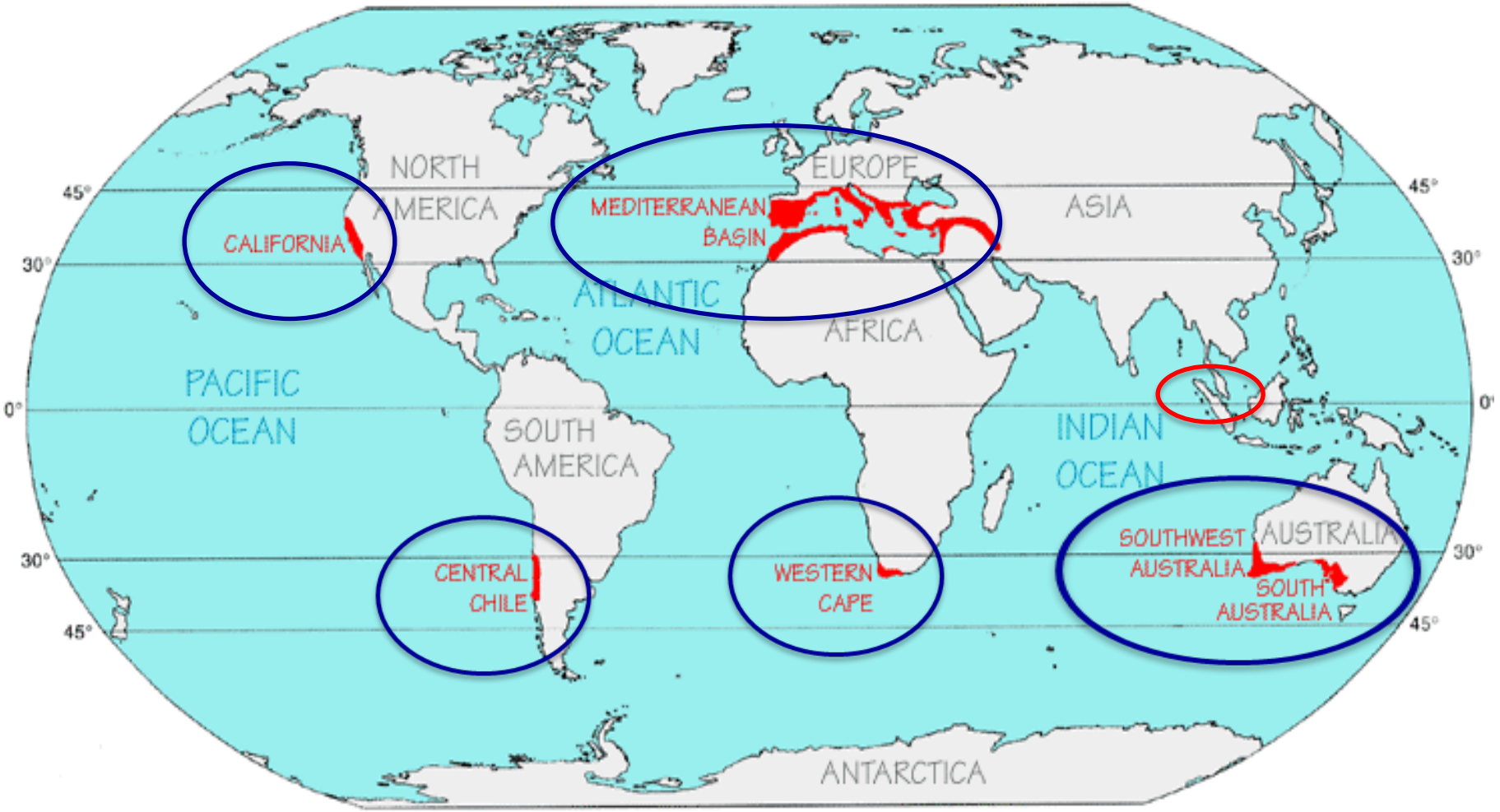


3. El clima mediterráneo

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Un contexto propicio para la reutilización del agua
- Motivado por ***la irregularidad meteorológica***
  - Previsión de que sea más pronunciada con el cambio climático
- Se registra en ***5 zonas geográficas del mundo***
- La gran cuenca mediterránea, incluyendo nuestras costas peninsulares, desde el sur de Francia hasta Almería y Portugal
- Pero hay ***otras zonas muy similares*** a la nuestra…
- …con gran liderazgo y visión de futuro (***por necesidad de agua***)

5 regiones de clima mediterráneo



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***

Visión demográfica de California

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

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	
Estimada 2020	**39 millones (↓)**
	1° de 50 estados
Densidad	**93 hab/km²**
Norte vs Sur	**1/3 vs 2/3**
El agua	**inverso**
PIB (nominal)	
Total (2022-2T)	**USD 3,6 billones**
per cápita	**USD 91.000**

Visión hidrológica de California

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

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

Regulación ≈ 50.000 hm³

Regadío ≈ 3,8 M ha

Tradición minera: acuíferos privados

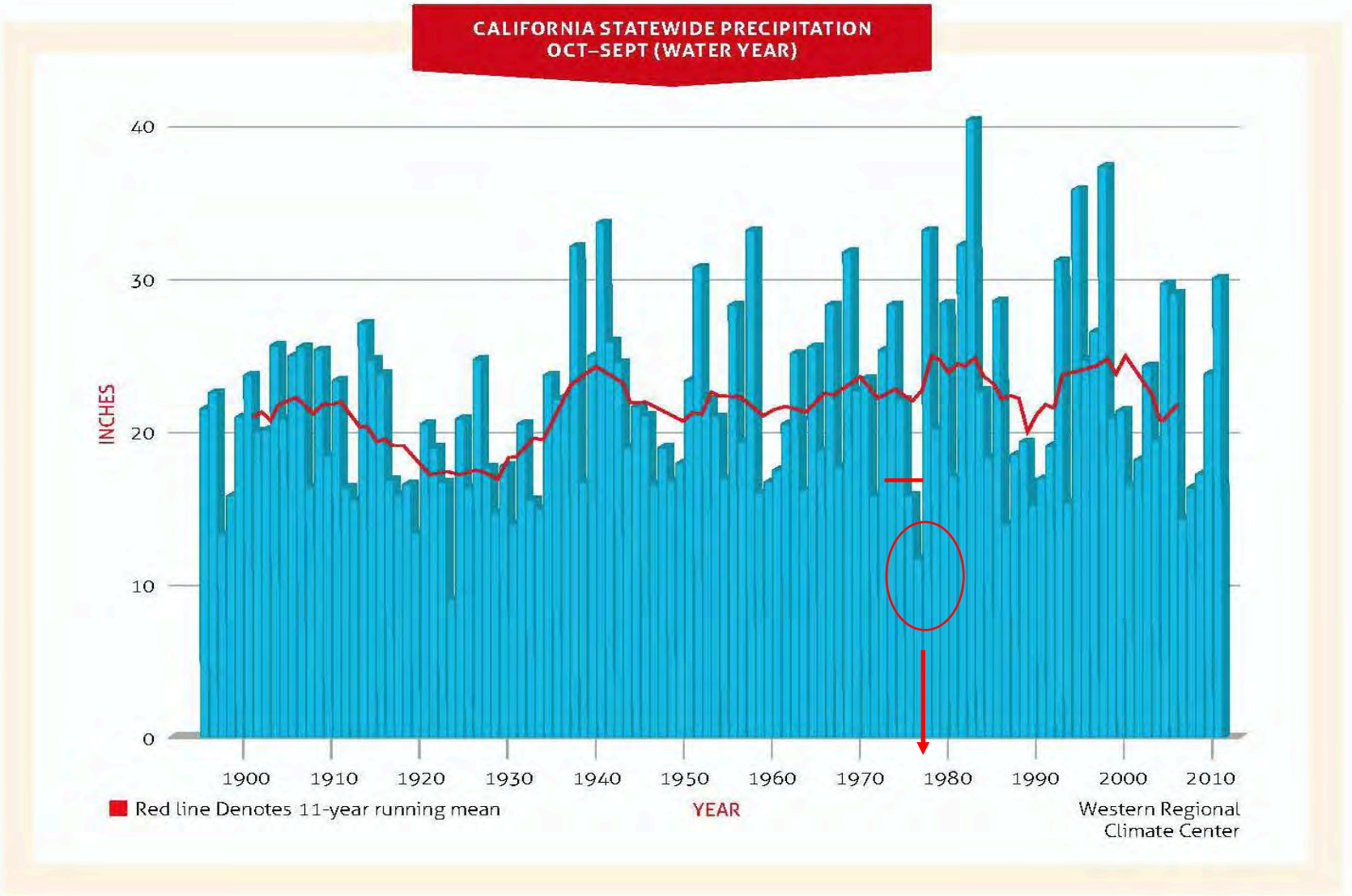
Recursos públicos ≈ 15 %

Sin prioridad de usos

Sin gestión integrada

Con sequías periódicas

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

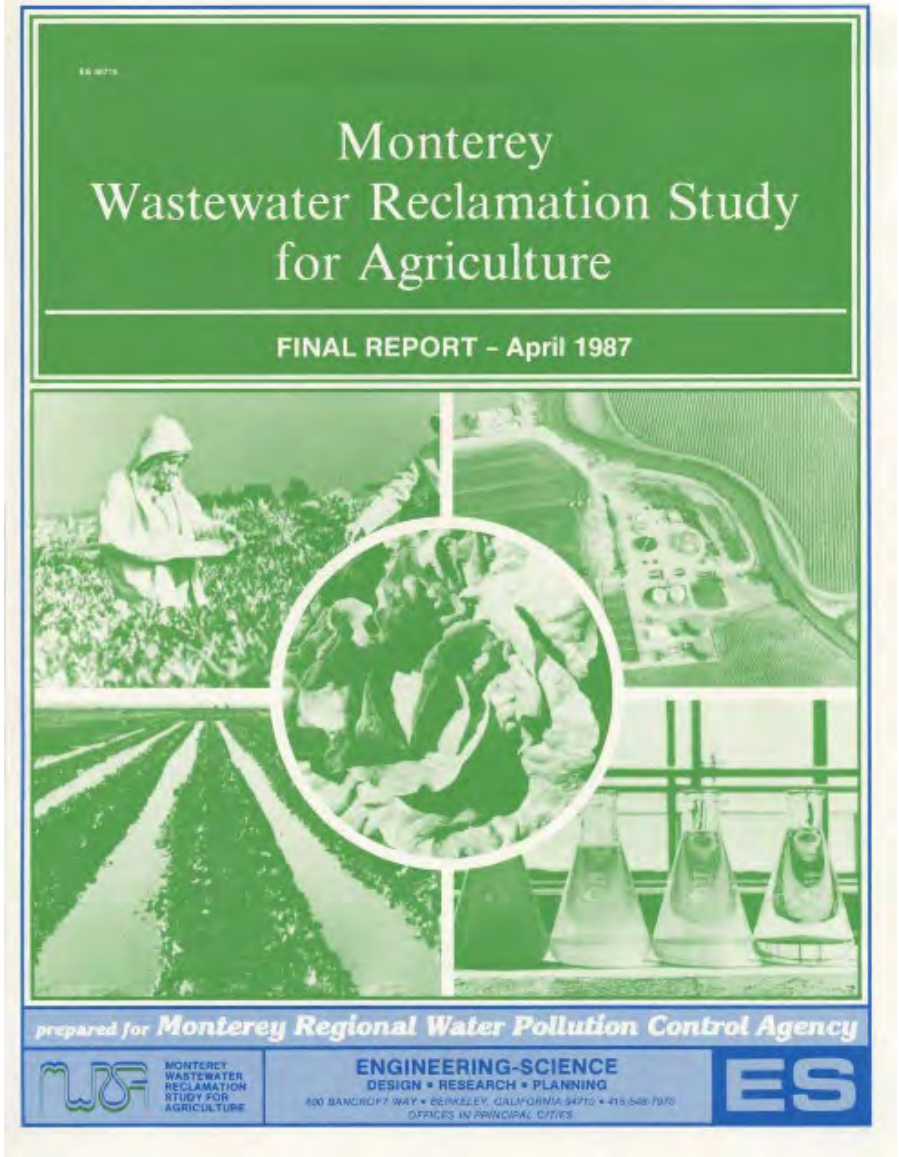


1976: una sequía que generó 4 iniciativas

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Creación de la ***Office of Water Recycling*** *de California*, 1978
  - Nombramiento del Dr. Takashi Asano
- ***Modificación del Capítulo 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***, 1980-85
- Edición del ***Guidance Manual on Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater***, 1984
  - Traducido al español en 1990

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

Un apoyo institucional emblemático

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Salinas, marzo de 1983

Una referencia institucional

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

G. Pettygrove y T. Asano

La reutilización arraigó en Salinas Valley

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

PACIFIC INSTITUTE

Search

DONATE

About Us | Our Work | Issues | Publications | Resources | Media Center | Blog

Back To Publications

Sign Up for Monthly Updates!

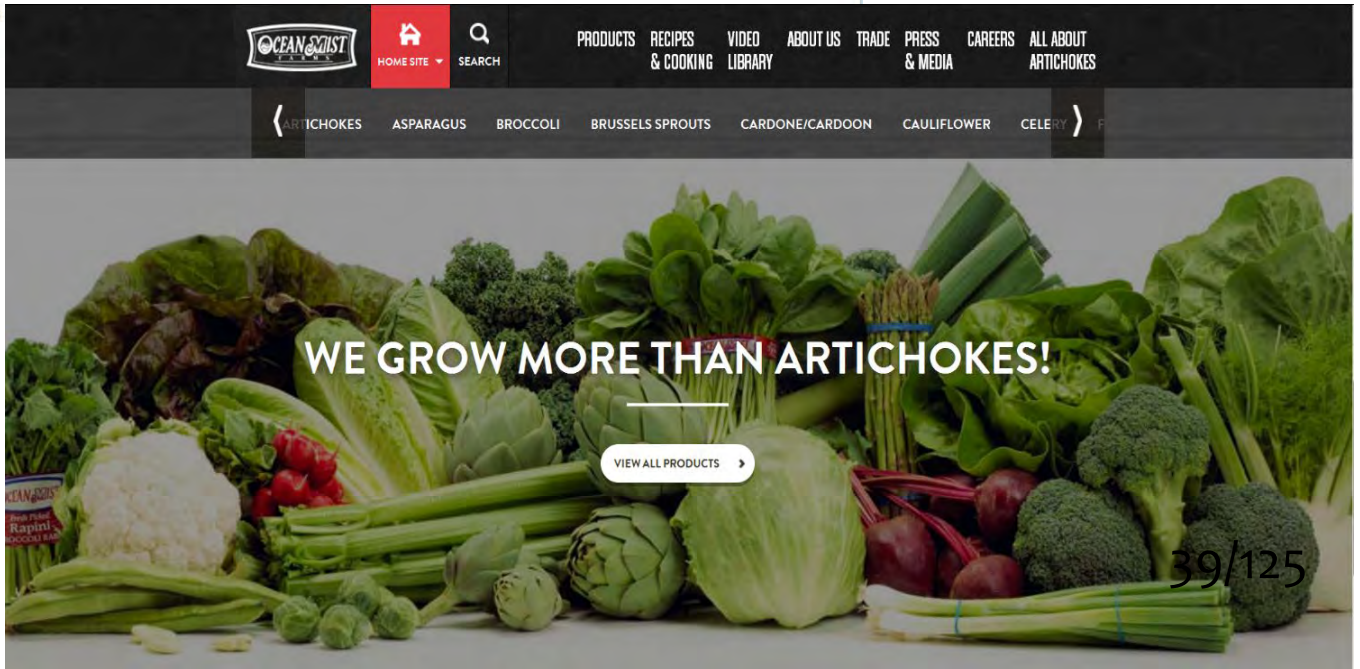
Enter Your Email Address

Recent News

California Farm Water Success Stories: Interviews with Innovative Growers and Water Managers

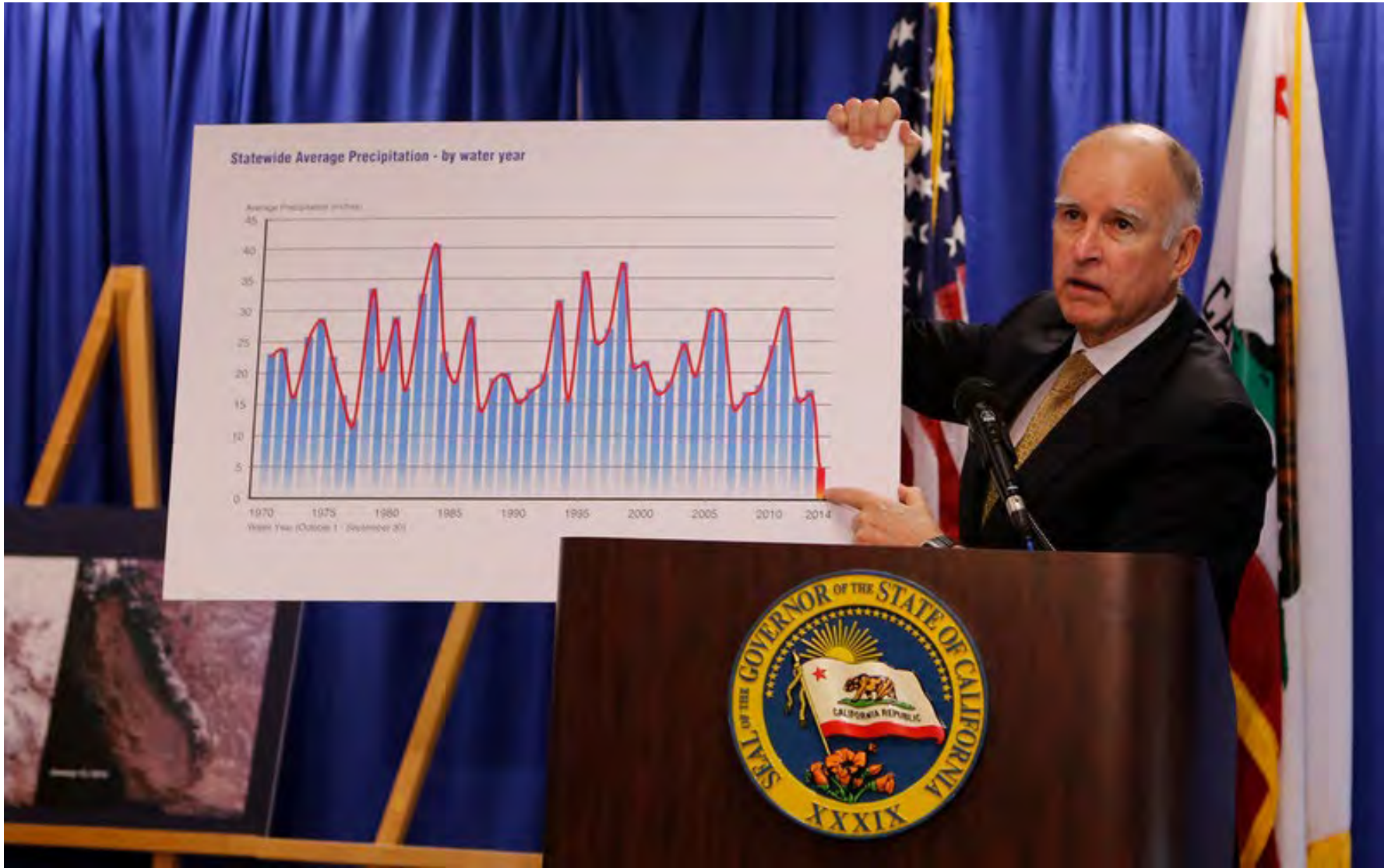
Innovative growers and water managers throughout California are finding sustainable ways to manage water, providing benefits both on and off the farm. Here are the *California Farm Water Success Stories* interviews.

VIDEOS

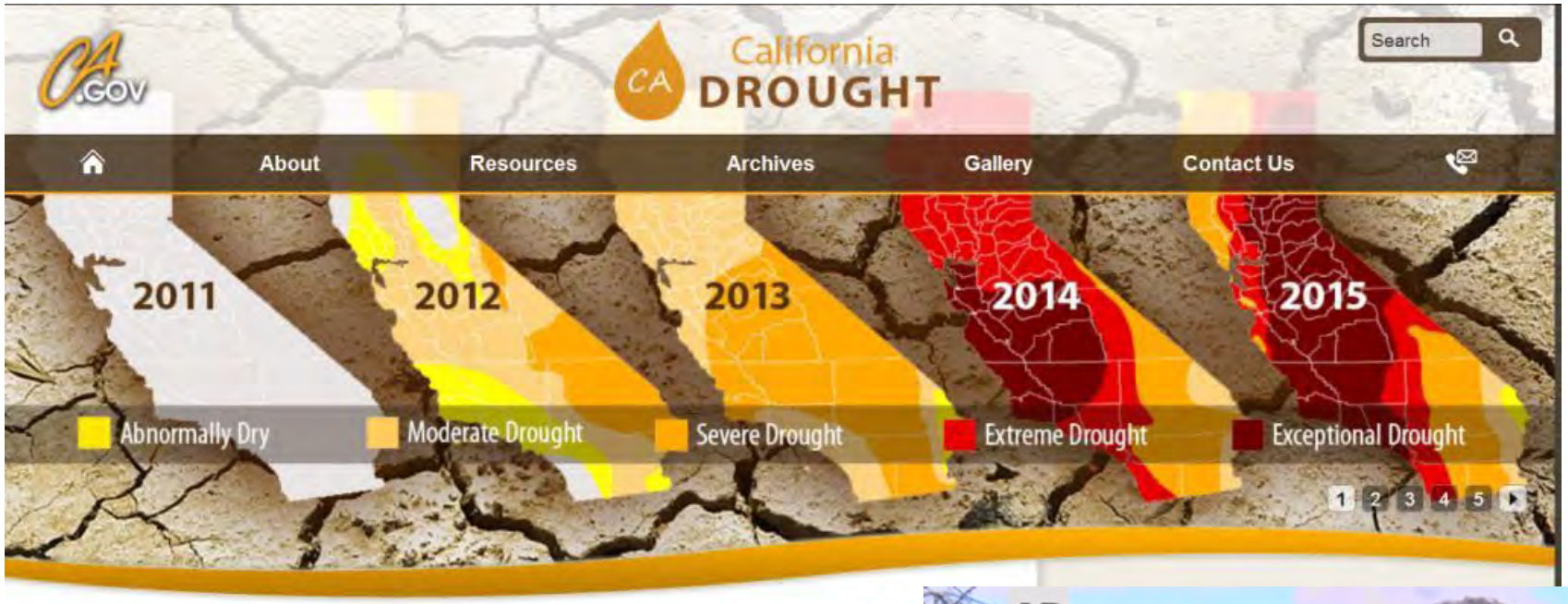


Estado de emergencia: 17/01/2014

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



Una sequía de 5 años



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

Que propició grandes progresos

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Mediante una ***fructífera colaboración institucional***
- ***Salud Pública (del agua) depende de Medio Ambiente desde 2014***
- ***Paneles Asesores***: una forma de trabajo para avanzar el proceso normativo de forma eficiente, rápida y aceptable
- ***2014: Regulations for Groundwater Replenishment (RPI)***
- 2016: Report to Legislature on the Feasibility of Using Recycled Water for Drinking Water
- ***2018: Regulations for Surface Water Augmentation (RPI)***
- 2018: Proposal for Regulating Direct Potable Reuse, en 2023

4. Numerosos proyectos en el mundo

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- ***Windhoek, Namibia***, reutilización potable directa desde 1968
- Singapur: NEWater Project
- Australia. Varios lugares, con altibajos de 2 décadas
- Bélgica: Torreele, infiltración en dunas costeras
- ***Vitoria-Gasteiz***, regeneración básica para riego agrícola, 1994
- ***Orange County, California, GWRS*** de regeneración avanzada, 2008
- Reutilización agrícola en la Región de Murcia, 2001
- Área Metropolitana de Barcelona: regeneración básica y avanzada, 2009
- ***El Camp de Tarragona***, regeneración avanzada para uso industrial, 2012
- El Port de la Selva, proyecto Demoware UE, 2016
- Numerosos proyectos de reciclado y reutilización en industrias

Cuatro proyectos emblemáticos

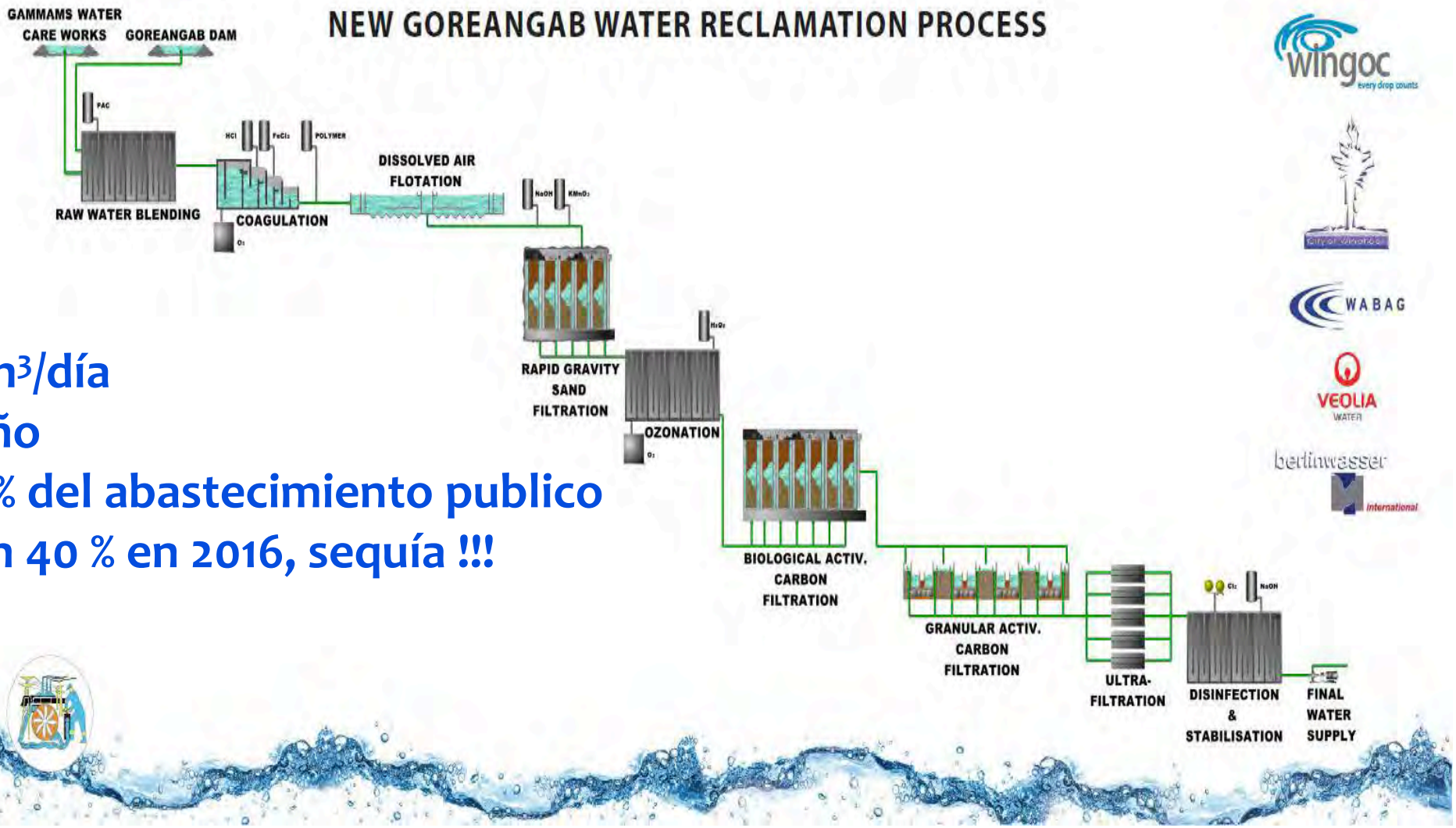
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Reutilización ***potable directa***: Windhoek, Namibia, ***1968***
- Reutilización ***no potable***: Vitoria-Gasteiz, ***1994***
- Reutilización ***potable indirecta***: Groundwater Replenishment System (GWRS), Orange County, California, ***2008***
- Reutilización ***para usos industriales***: Camp de Tarragona, ***2012***

Reutilización potable directa, Namibia

Desde 1968

Un proceso de regeneración (*avanzada*)



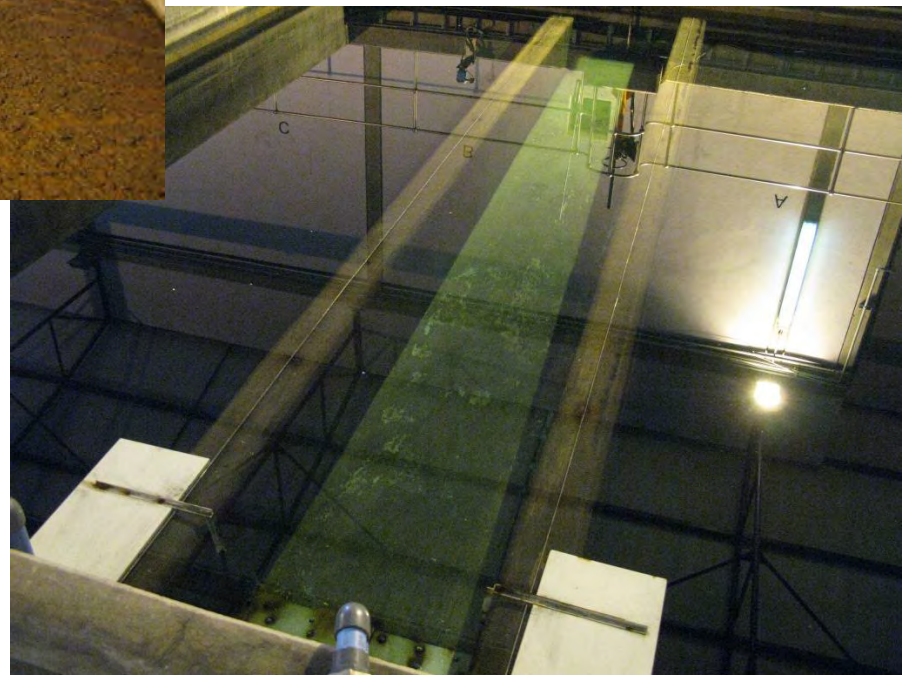
14.000 m³/día
5 hm³/año
15% a 20% del abastecimiento publico
Hasta un 40 % en 2016, sequía !!!

Re-naturalización (*del efluente secundario*)

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Regeneración avanzada: *potabilización*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



Un agua regenerada: *potable*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

ERA de Vitoria-Gasteiz, 1994

Potabilización convencional

Laberinto de desinfección e impulsión

Agua regenerada: *apta para riego*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Tubería de impulsión

Toma de riego

Riego por aspersión

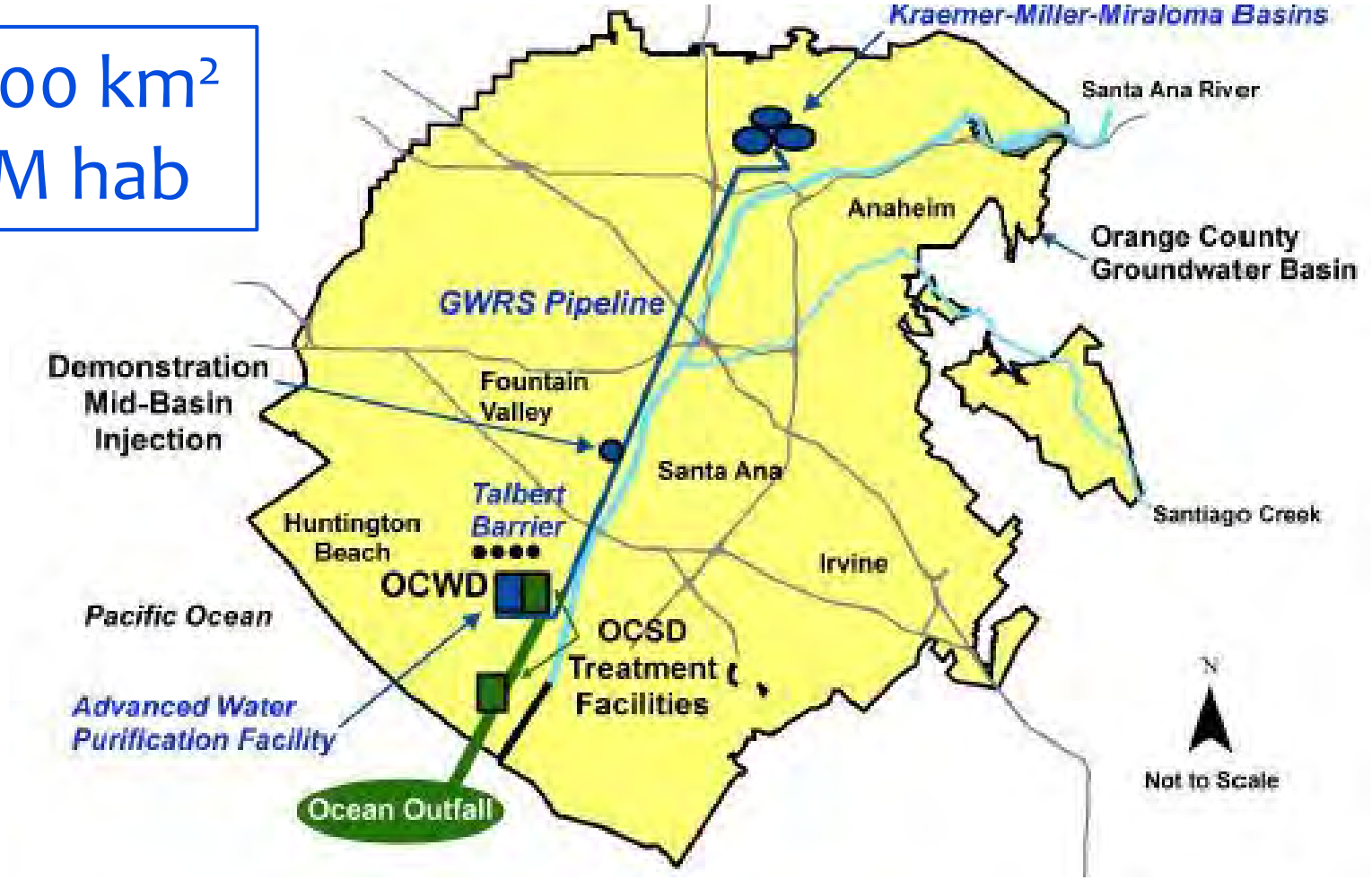
GWRS: una conjunción histórica

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Desde 1975: **Water Factory 21** en ***OCWD***
  - Líderes y visionarios ante los retos de las sequías
  - Ensayos y experimentación: agua para riego y agua para recarga
  - Anticipando las restricciones de los trasvases del Norte y Este
- ***En 1995: conjunción ambiental***
  - ***OCSD*** obligada a ampliar la depuradora y el emisario submarino
  - ***OCWD*** obligada a restricciones y mayores costes del agua importada
- Conjunción de intereses: ***el GWRS project***
  - en un marco ***NO INTEGRADO*** de la gestión de los recursos
  - facilitado por la proximidad y el deseo de ***compartir economías***
  - motivados por ***visión, liderazgo y prestigio***

La geografía del GWRS

2.500 km²
3 M hab



El uso potable indirecto, 2008

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

Equiparable a un *agua potable*

¡ No me lo puedo creer !

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

De forma eficiente y autosuficiente

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

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/m³	$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/m³)

* Based on a production of 102,138 acre feet or 125,985,180 m³

Datos operativos 2021

Electricidad	$15 M
Químicos	$6 M
Membranas/UV	$7 M
O&M staff	$10M
Total	$40 M
Subsidios MWD	$7,5M
Amortización	$23 M
Coste	**$525 AF**
Unitario	**$0,43/m³**

Llegada a la laguna de infiltración

Con distribución pública de agua

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

Nuevos episodios recurrentes de sequía

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Drought in California from 2000–Present

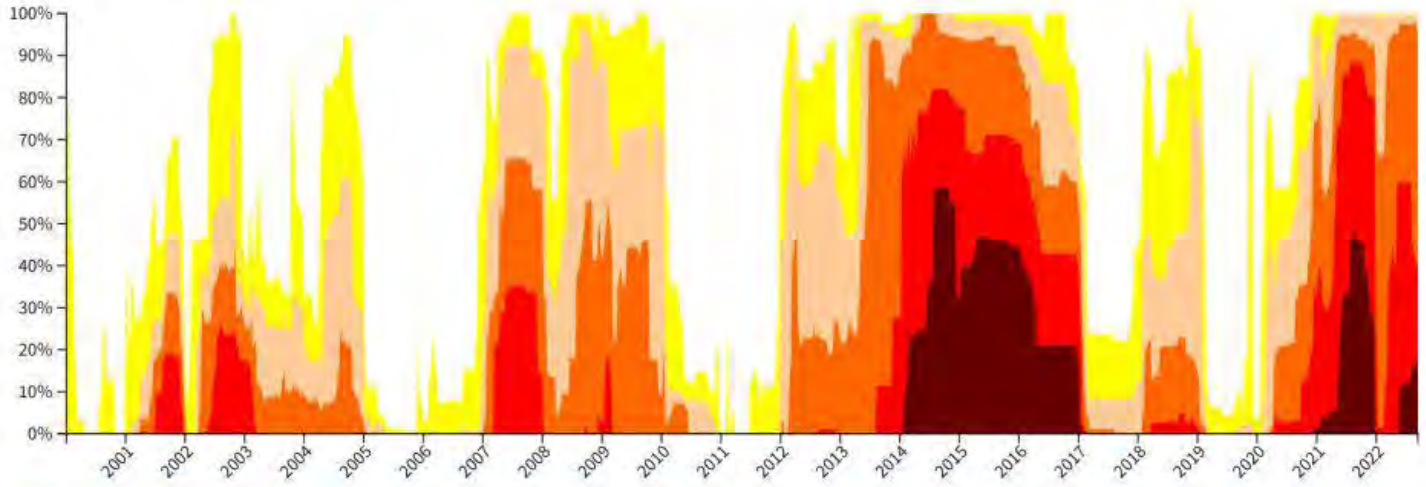
The U.S. Drought Monitor started in 2000. Since 2000, the longest duration of drought (D1–D4) in California lasted 376 weeks beginning on December 27, 2011, and ending on March 5th, 2019. The most intense period of drought occurred the week of July 29, 2014, where D4 affected 58.41% of California land.

2000 - Present (Weekly) | 1895 - Present (Monthly) | 0 - 2017 (Yearly) | Explore Historical Maps

The U.S. Drought Monitor (USDM) is a national map released every Thursday, showing parts of the U.S. that are in drought. The USDM relies on drought experts to synthesize the best available data and work with local observers to interpret the information. The USDM also incorporates ground truthing and information about how drought is affecting people, via a network of more than 450 observers across the country, including state climatologists, National Weather Service staff, Extension agents, and hydrologists. Learn more.

Time Period (Years): to Update Graph Reset Graph

Latest Available Data:2022-09-13

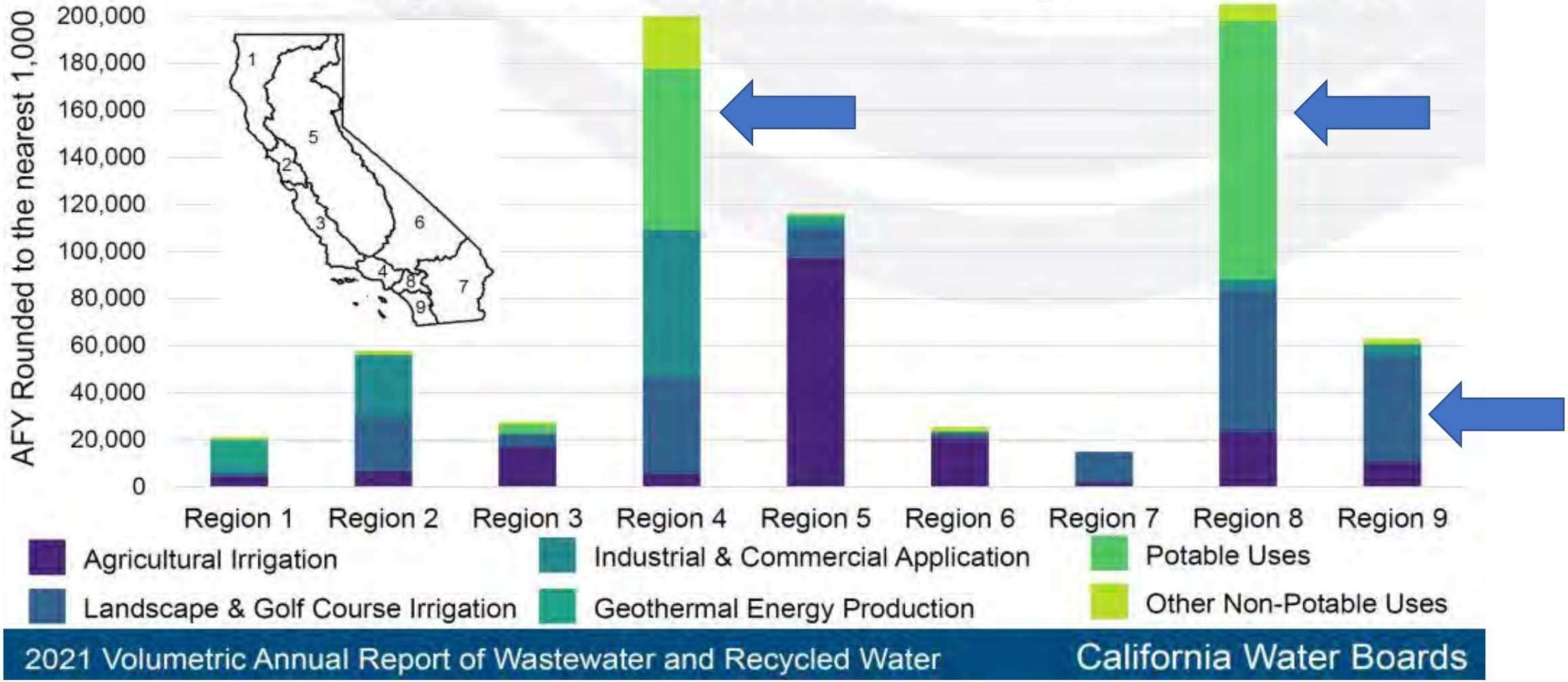


Click or hover on legend boxes to interact with the graph.

Image JSON XML CSV

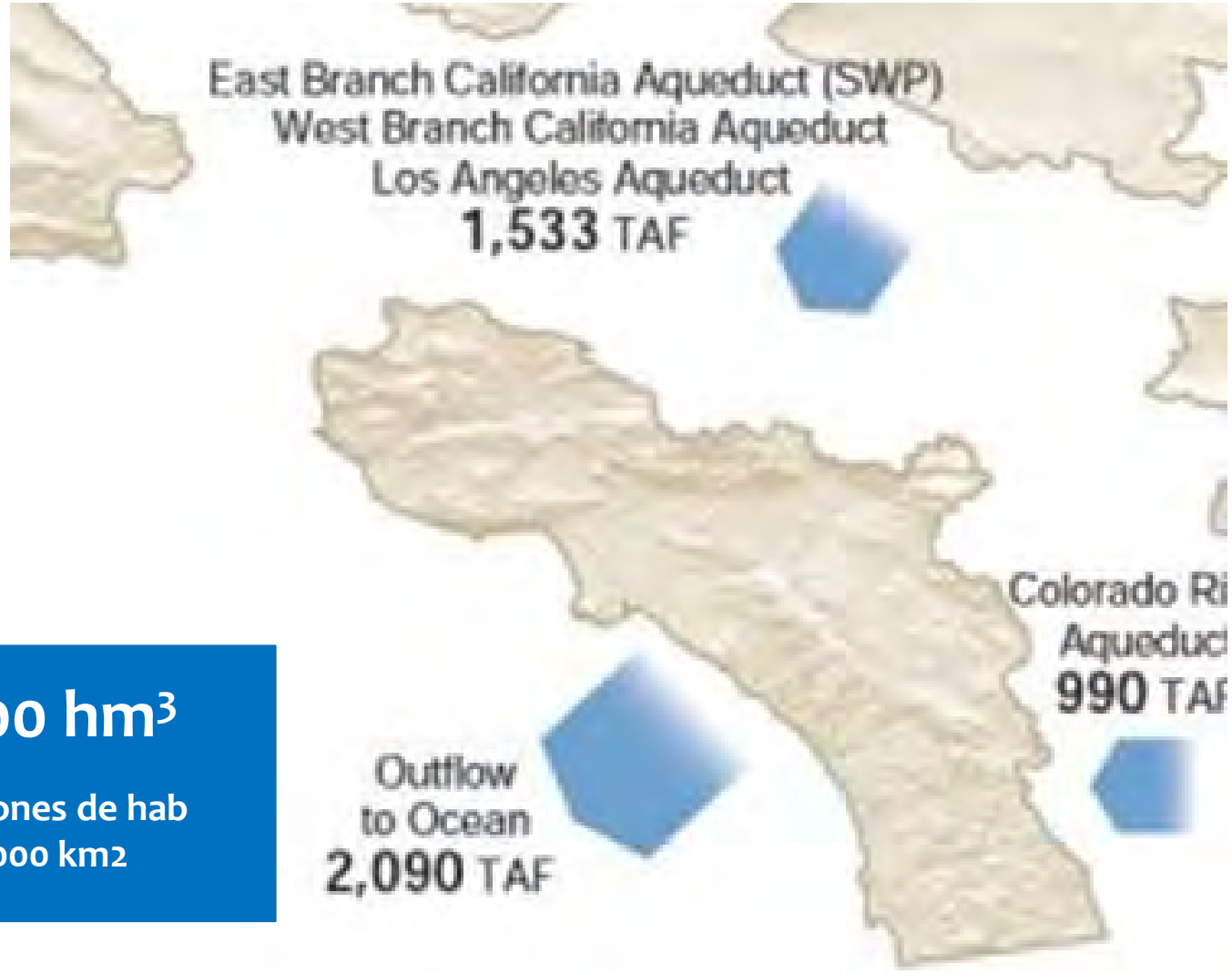
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
EXPERIMENTACIÓN
OBRAS PÚBLICAS

2021 Recycled Water Use, Regional Board



2021 Volumetric Annual Report of Wastewater and Recycled Water — California Water Boards

Recursos de agua "*inevitables*"



2.600 hm³

20 millones de hab
50.000 km2

Mediante iniciativas pioneras

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Metropolitan Water District, proveedor en alta a 20 M de habitantes
  - ***570.000 m³/día, 2.700 M$, para ≈2035***
- Ciudad de Los Angeles, 5 millones de habitantes, para 2035
  - ***720.000 m³/día, 8.000 M$***
- Orange County Water District, GWRS Project, 3 millones de habitantes
  - Desde 2008 (***625 M$***), ***380,000 m³/día*** (135 hm³/año),
  - 2023: ampliado a ***450.000 m³/día*** (160 hm³/año)
- San Diego ciudad, Pure Water San Diego, 1,5 – (3,5) millones de habitantes
  - Primera fase: ***120.000 m³/día en 2025, 1.500 M$***
  - Segunda fase: + ***210.000 m³/día en 2035***

Total para 2035: 2 hm³/día (≈ 750 hm³/año; ≈ 16.000 M$)

Lecciones aprendidas

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Las tecnologías de purificación del agua han mejorado significativamente: mejor calidad microbiológica y química
- Es esencial implantar un ***exigente control de vertidos***
- Los costes económicos y energéticos de ***la ampliación*** de redes de distribución no potable son ***inviables*** (al menos en lugares como CA)
- Hay que plantearse un ***cambio de estrategia***
  - ***Disminuir las inversiones en distribución***
  - ***Aumentar las inversiones en regeneración avanzada***
- Producir un agua de gran calidad (igual o superior a potable)
- Implantar un ***proceso de renaturalización: acuífero o embalse***
- Distribuirla por las redes existentes, tras conseguir su ***legitimación***

Tarragona: usos industriales

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Fase I: 7 hm³/año (2012)
En 2020 ≈ 5,3 hm³/año
Fase II: 10 hm³/año
Fase III: 20 hm³/año

…una calidad de agua…***.potable***…

Básica: coagulación-floculación

Filtración en arena

Ósmosis inversa de doble etapa

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Un agua regenerada

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

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

….de gran calidad

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

5. Nuevo futuro profesional: *regenerar agua*

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- Un campo de trabajo que ofrece grandes expectativas
- La depuración está ampliando sus objetivos:
  - de DBO5, MES y nutrientes
  - al contenido de energía y carbono inorgánico (CO2) y orgánico (productos de síntesis, higiene personal, fármacos, contaminantes de preocupación emergente)
  - Microorganismos: parásitos, virus
  - Una futura especialización profesional: ***el agua regenerada potable***
- ***Con una faceta esencial: la comunicación y la divulgación***
  - ***la excelencia técnica no es garantía de éxito***
  - ***las BAU tienen poco futuro***

El gran progreso del sector

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

- La reutilización del agua para riego agrícola y de jardinería ***tiene más de 40 años de éxito*** en zonas con déficits crónicos de agua
- Disponemos de ***amplios conocimientos científicos y técnicos*** para producir agua regenerada de gran buena calidad
- Existe una gran ***diversidad de soluciones tecnológicas*** para regenerar el agua
- Se dispone de numerosos ***modelos económicos, financieros y de gestión*** para llevar a cabo los proyectos de reutilización
- El ***factor limitante más frecuente es el apoyo de las autoridades de salud pública y recursos hídricos,*** en coordinación con empresas y usuarios, para conseguir una ***correcta percepción pública*** y una ***aceptación favorable***

Visión innovadora: "*reutilización específica*"

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Visión innovadora: "*potencia media*"

- Agua depurada-regenerada: 113 hm^3
- Población equivalente servida: 1.978.000 hab
- Energía consumida: 51,5 GWh
- Dotación de agua: 113 hm^3 / (1.978.000 hab x 365 días) = ***156 L/hab.día***
- **Tasa de reutilización planificada** (108 hm^3) = ***150 L/hab.día (96 %)***
- **Potencia media** = 51,5 GWh / (1.978.000 hab x 365 días x 24 h) = 2,97 ≈ ***3 W/hab***

En definitiva

- La reutilización planificada del agua tiene una larga tradición, ***desde 1980***, y ha conseguido una amplia aceptación pública en ciertos lugares
- La opción más común: la reutilización no potable
- La opción más vanguardista: la reutilización potable, indirecta (o directa)
- La reutilización se implanta por "necesidad y oportunidad"
- El punto de comparación: los recursos convencionales, superficiales y subterráneos, más económicos
- Pero menos fiables y disponibles, en nuestras condiciones climáticas
- La "climatología mediterránea" comporta una gran irregularidad pluviométrica, con intensas y prolongadas sequías

… y también

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

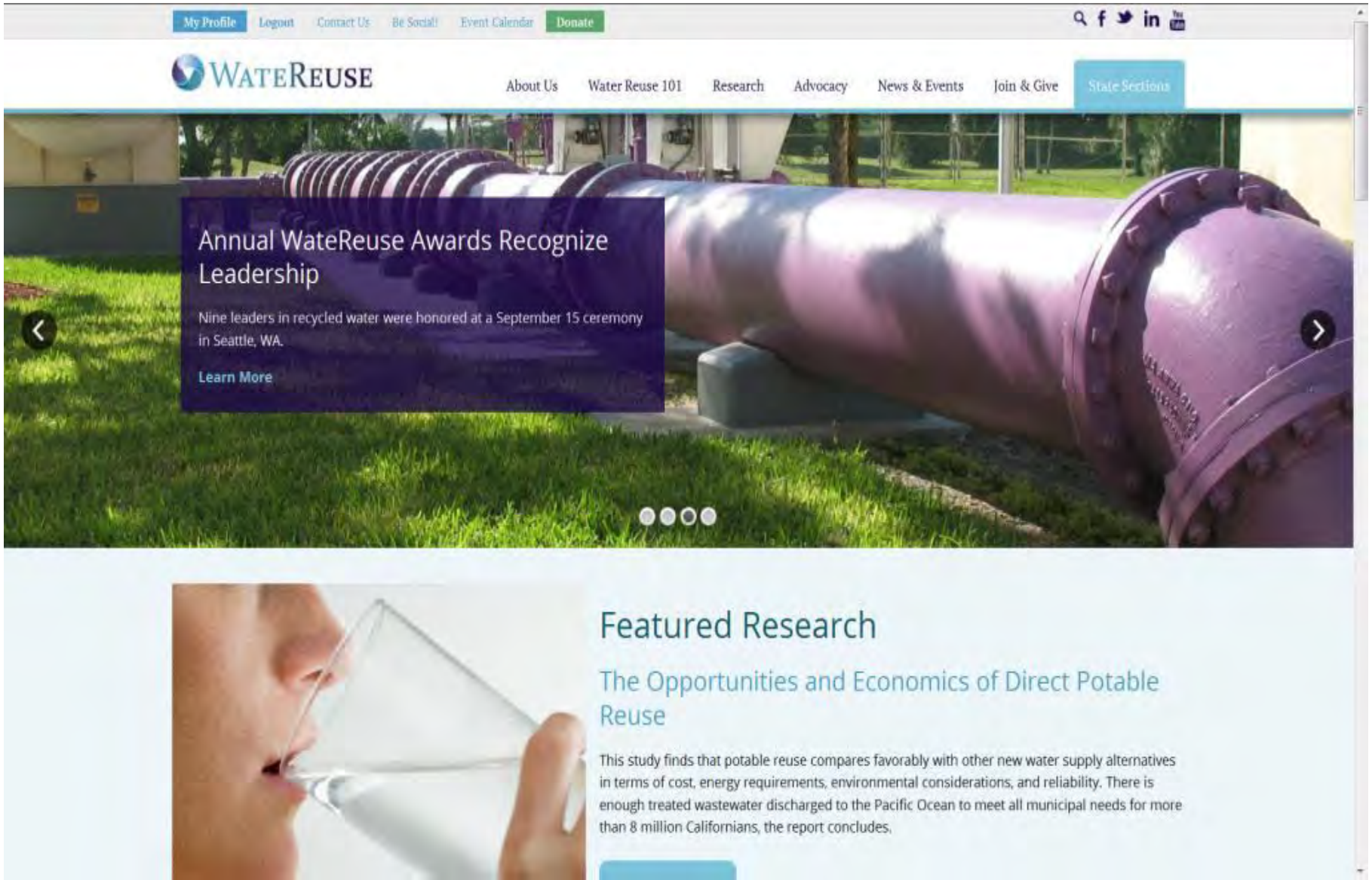
- Nunca hemos tenido a nuestra disposición tantos:
  - Conocimientos científicos y técnicos sobre tratamiento del agua
  - Alternativas tecnológicas para regenerarla
  - Modelos económicos, financieros y de gestión
- Los factores determinantes del éxito son, conjuntamente:
  - ***Una normativa protectora*** de la salud pública y el medio ambiente
  - **El *apoyo institucional* para conseguir una percepción y aceptación pública** favorables
- Regenerar agua es cada vez más fiable, eficiente (contaminantes y energía) y económico: Water Safety Plans
- Ofrece recursos locales, de calidad, autosuficientes y más fiables que los convencionales

ASERSAgua.es

ASERSA Open Webinar Series

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

WateReuse Association



asersa

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

Muchas gracias
por vuestra atención