Gestión de las aguas subterráneas para las futuras generaciones

FORO:
GESTIÓN SOSTENIBLE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN IBEROAMÉRICA
Fecha - Hora: 03 y 04 de junio 2025, de 9:00 a 12:00 (GMT-5)
Evento virtual: Plataforma Zoom

9:15 – 09:45	**Tema: Gestión de las aguas subterráneas para las futuras generaciones** Expositor: Enrique Fernández Experto Internacional de Tragsa España
09:45 – 09:55	Preguntas y respuesta

COMPONENTES

1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

Dr. Enrique Fernández Escalante
Experto Internacional de Tragsa España - UPM - IAH-MAR Commission

Sello Valdivia (4000 aC– 1800 dC)
Ícono que representa a un sistema de riego .

Bajo la tierra, donde habitan los seres de la noche, fluyen corrientes de agua dulce a la espera de la sed. Pero de nada sirve sino se cuenta con el trazo de su recorrido posible.
(Fuente, Museo Mindalae)

Gestión integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)
Uso conjunto

- Los **sistemas de gestión tradicionales** basados en integrar el empleo de **dispositivos de almacenamiento superficial** con los subterráneos mediante "**celdas de gestión**" persiguiendo aumentar la seguridad hídrica y la garantía de suministro**.**

- A los sistemas clásicos cabe añadir técnicas alternativas, bien sean **ESTRUCTURALES** como desaladoras, dispositivos de recarga artificial de acuíferos etc. **o no ESTRUCTURALES**, como sistemas *soft*.

- Los **esquemas tradicionales** de gestión integrada están experimentando **fuertes modificaciones**, como respuesta a modificaciones de las condiciones medioambientales, y en forma de **nuevas tecnologías, redes sociales, y una percepción más social de los recursos hídricos**.

El agua como recurso "minero"

- El **agua dulce** **se renueva por lluvia: 40.000 a 50.000** km^3/año. El 53% de los lagos y embalses más grandes del mundo perdieron agua entre 1992 y 2020 (Science Journal).
- El **consumo mundial de agua se dobla cada 20 años** (un ritmo x2 que el crecimiento humano) (PNUD).
- Perú cuenta con una disponibilidad de casi **2 billones m^3/año (1,768,172)**. La vertiente del Pacífico(66 % de la población) dispone del 2,2 % de acceso al agua (ANA).
- La **agricultura consume** en torno al 70%, con países cuya dependencia llega al 90%, **74,8% en Perú** (ANA).
- Más de 1.100 millones de personas en el mundo carecen de agua potable y 31 países padecen escasez hídrica.
- Dos de cada cinco personas no cuentan con instalaciones adecuadas de saneamiento (ANA).
- La **extracción total de agua subterránea** se estimó en **959 km^3 en 2017** (UNESCO).
- Asia tiene la mayor proporción de extracciones de agua dulce (64,5%). La siguen América del Norte (15,5%), Europa (7,1%), África (6,7%), América del Sur (5,4%) y Australia y Oceanía (0,7%) (UNESCO, 2022).
- El **agua desalada** a nivel mundial cuenta con una producción de **200 millones de m^3/día** (AEDyR).
- Existen alrededor de **15.000 plantas** de producción de agua desalada, la mayoría en el Medio Oriente y África del Norte (Aquae).

Principales técnicas de Gestión Integrada de los recursos hídricos en la actualidad

Convencionales

EMBALSAMIENTO SUPERFICIAL
EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
TRASVASES INTERCUENCAS

No convencionales

REUSO Y REUTILIZACIÓN

DESALACIÓN

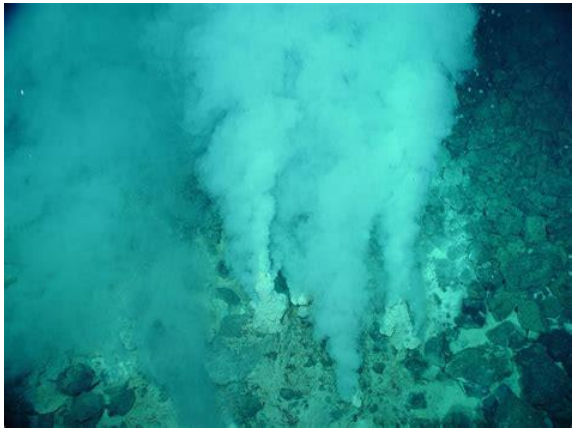
Especiales o alternativas

RECARGA ARTIFICIAL O GESTIONADA
TÉCNICAS PALIATIVAS:

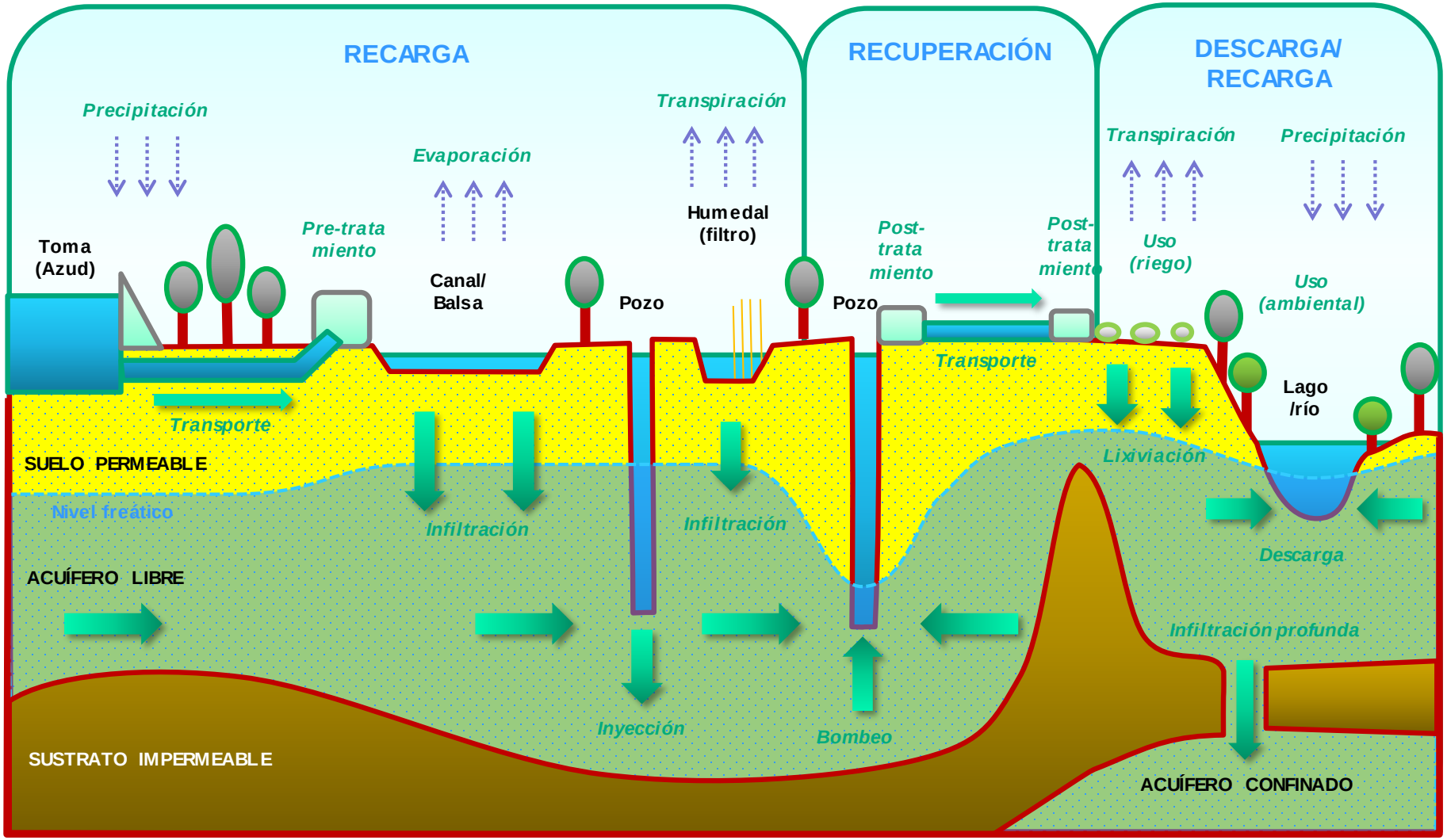
- Reducción escorrentía en zonas forestales y urbanas
- Trampas de escorrentía
- Ahorro
- Eficiencia conducciones
- Reducción evaporación en embalses
- Captura manantiales submarinos
- Etc.

Técnicas de GIRH especiales o alternativas

- Disminución de la escorrentía en los bosques
  Disminución de la escorrentía en las zonas urbanas
- Trampas de escorrentía
- Ahorro
- Eficacia de las conducciones
- Disminución de la evaporación en las presas
- Manantiales submarinos de agua dulce
- Etc.



Recarga gestionada en el ciclo hidrológico. Esquema general



- **La gestión hídrica debe adaptarse a las circunstancias ambientales específicas y globales, tales como el cambio climático.**
- **Perú cuenta con siglos de tradición** (S. XIX…) aplicando medidas contra eventos climáticos extremos (inundaciones y sequías), e.g. cultivo de agua y SbN.

Prospectiva del binomio GIRH-nuevas generaciones

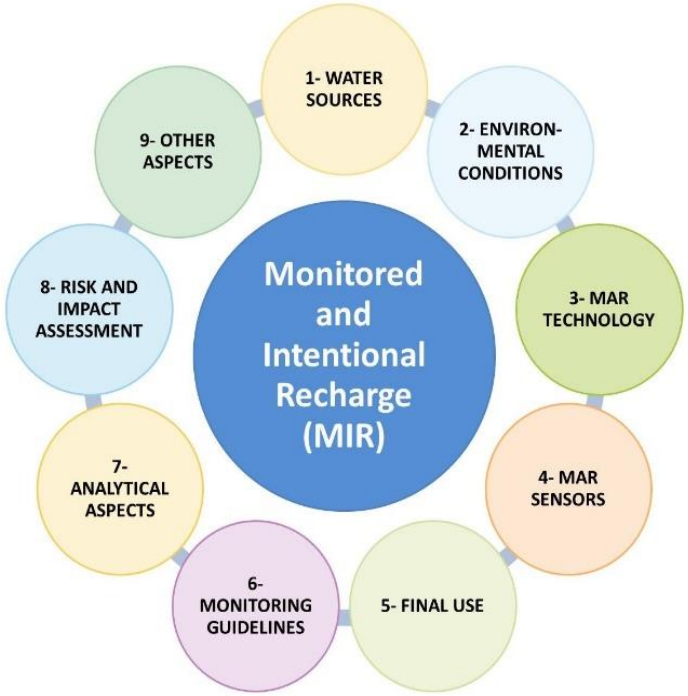
DESAFÍOS CRÍTICOS
- **cambio climático**
- crecimiento poblacional
- demanda creciente de recursos

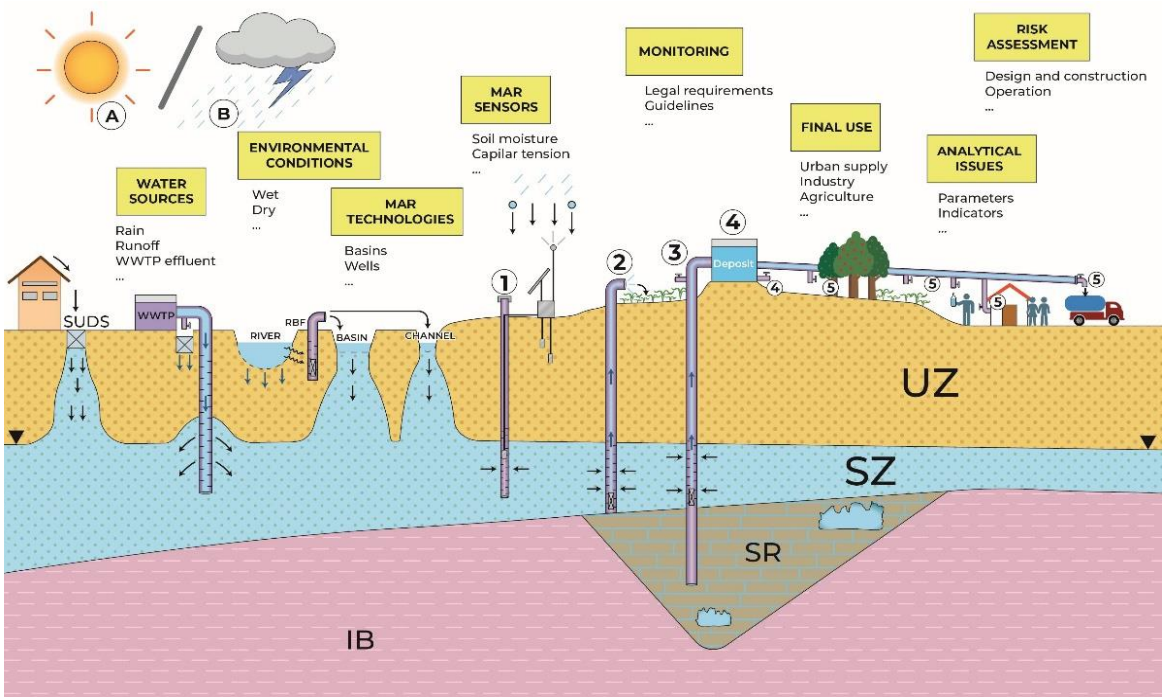
CAMBIOS TRANSFORMADORES
- Tecnologías innovadoras
- Mayor conciencia medioambiental
- "Reformular" el desarrollo sostenible

COMPONENTES
1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

#1- ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

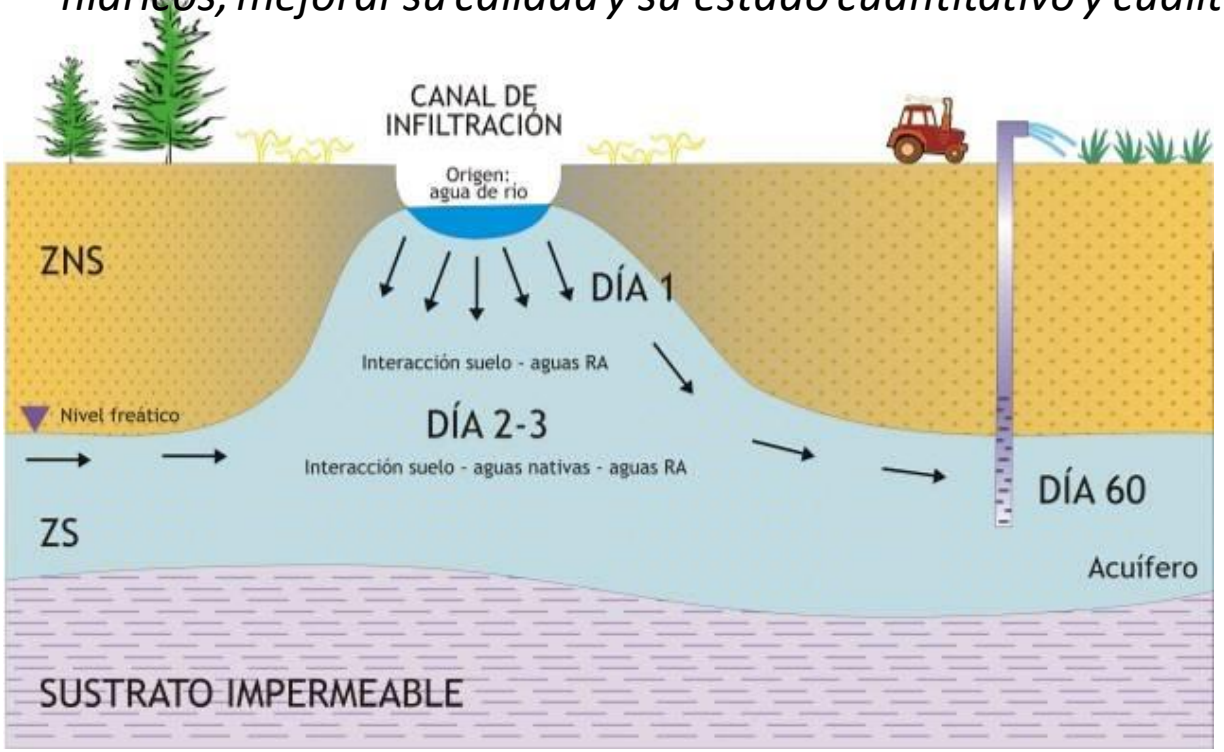
- **Almacenamiento subsuperficial preservando al agua de la contaminación y evaporación (Managed Aquifer Recharge)**
- Infraestructura de **mayor resiliencia y resistencia**. **Diseños** adaptados a resistir **eventos climáticos extremos** (presas, diques, redes de distribución, captaciones)
- Ingeniería genética para **cultivos menos demandantes** (menor necesidad hídrica) **y más resistentes**





Recarga "artificial". Técnica de gestión hídrica y medida de adaptación al cambio climático

RD 665/2023 (RDPH) Art. 1bis, definiciones: ak) Recarga artificial o recarga gestionada: conjunto de técnicas que permiten la introducción directa o inducida de agua superficial en un acuífero, con el fin de incrementar el grado de garantía y disponibilidad de los recursos hídricos, mejorar su calidad y su estado cuantitativo y cualitativo.



PERFIL TIPO DE UN DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL (CANAL) EN "CONTROL LATERAL" EN UNA ZONA REGABLE

http://es.wikipedia.org/wiki/Recarga_artificial_de_acu%C3%ADferos

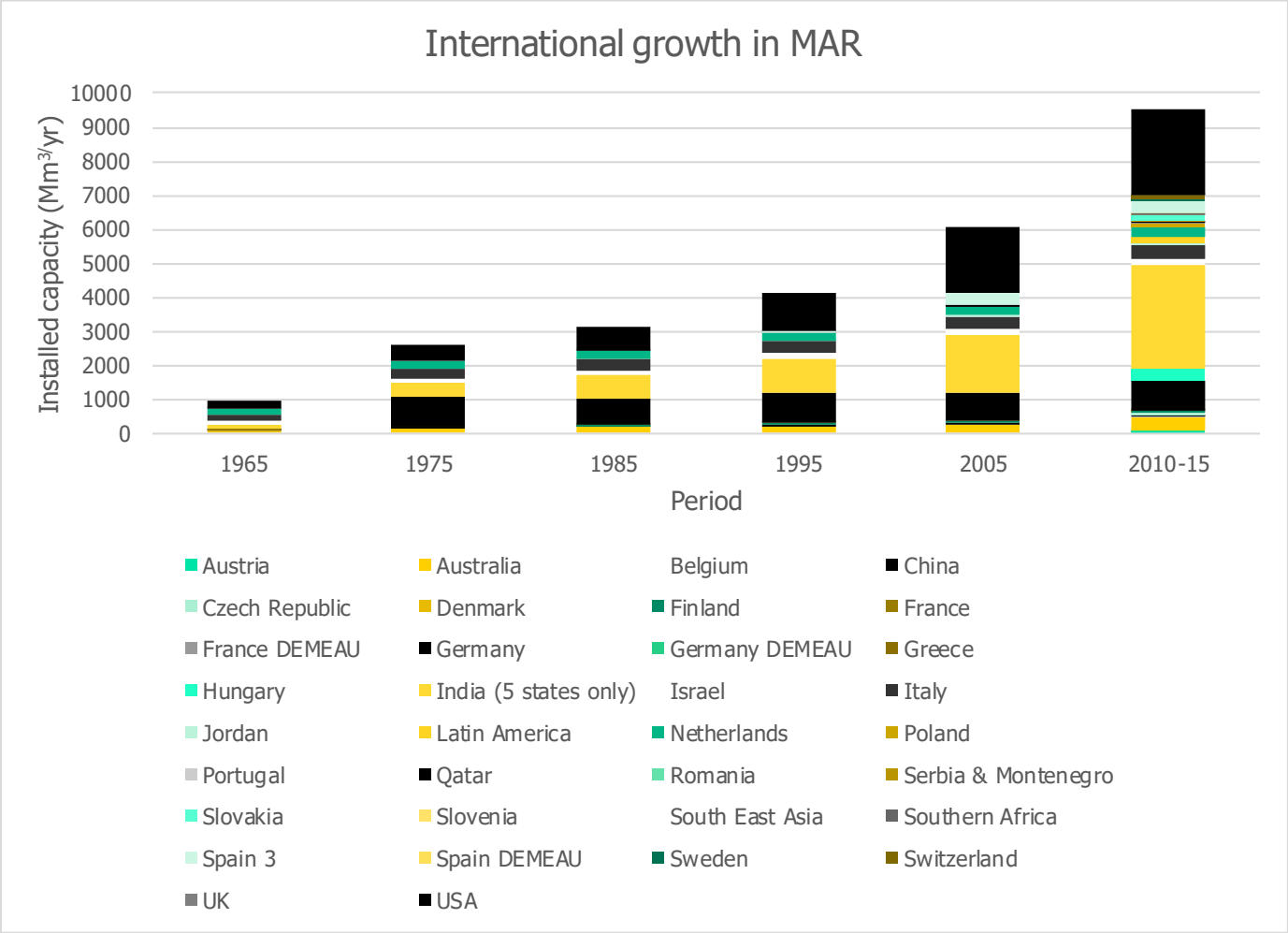
¿En qué consiste la Recarga de Acuíferos?

Se trata de un método de gestión hídrica que permite introducir agua en acuíferos subterráneos. El origen del agua destinada a este fin puede ser muy diverso, en general procede de ríos, si bien puede ser originaria de depuradoras, desaladoras, etc. Una vez almacenada en los acuíferos, puede ser extraída para distintos usos (abastecimiento, riego, etc.) servir de barrera contra la intrusión marina y contaminación, u otros usos especificados más adelante.

Esta técnica es considerada una *Driving Force* o actividad capacitada para provocar un impacto (positivo o negativo) sobre la cantidad y la calidad de las masas de agua.

Indicadores de la evolución de la técnica M.A.R.

Evolución del grado de implantación



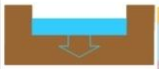
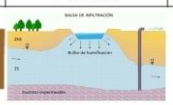
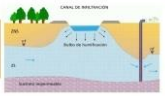
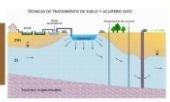
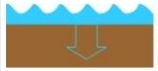
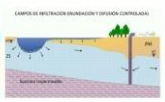
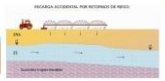
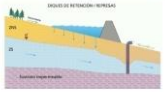
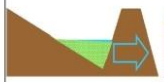
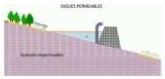
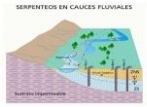
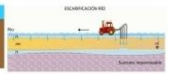
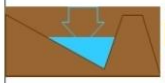
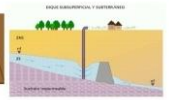
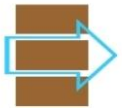
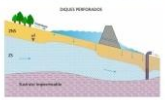
- **Vol. M.A.R. 9,9 km³ en 34 países (42% de las extracciones totales)**
- **1% de las extracciones GW globales (2,4% para los 34 países estudiados)**
- **7 ‰ de la recarga natural**

(Dillon et al, 2018)

¿Cómo almacenar los excedentes hídricos de buena calidad?

- **25 tipos de dispositivos inventariados (MARSOL, 2016)**
- **Importante difundir criterios de obra y mejores prácticas**

Inventario de tipologías 1

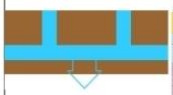
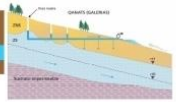
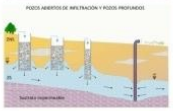
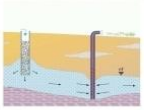
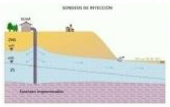
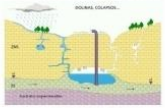
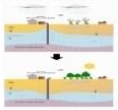
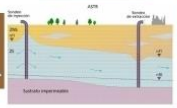
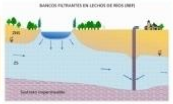
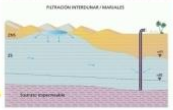
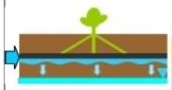
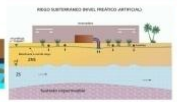
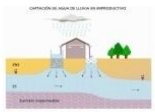
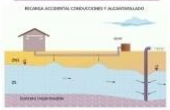
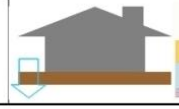
N	SISTEMA	TIPO DE DISPOSITIVO	ICONO	FIGURA	FOTO	LEYENDA
1	DISPERSIÓN	BALSAS DE INFILTRACIÓN / HUMEDALES				Humedal artificial para la recarga del Sanchón, Coca, Segovia. Foto: DINA-MAR
2		CANALES Y ZANJAS DE INFILTRACIÓN				Canal de recarga artificial de la Cubeta de Santiuste, Segovia, Spain, operativa desde 2002. Foto: DINA-MAR.
3		CABALLONES/TÉCNICAS DE TRATAMIENTO SUELO/ACUÍFERO				Caballones en el fondo de una balsa de infiltración. California. Foto: D. Peyton
4		CAMPOS DE INFILTRACIÓN (INUNDACIÓN Y DIFUSIÓN CONTROLADA)				Campo de infiltración de Omdel (Namibia). Foto: G. Tredoux.
5		RECARGA ACCIDENTAL POR RETORNOS DE RIEGO				Recarga artificial por retornos de riego. Extremadura, España.
6	CANALES	DIQUES DE RETENCIÓN Y REPRESAS				Dique de recarga artificial en cabecera de cuencas, Alicante. Foto: DINA-MAR
7		DIQUES PERMEABLES				Dique permeable en Huesca, España. Foto: Tragsatec.
8		SERPENTEOS / LEVEES				Serpenteos en el río Santa Ana, Condado de Orange, California. Foto: A. Hutchinson.
9		ESCARIFICACIÓN LECHO				Escarificación del lecho del río Besós, Barcelona. Foto: J. Armenter.
10		DIQUES SUBSUPERFICIALES/SUBTERRÁNEOS				Dique subsuperficial (embalse de arena) en Kytui, Kenia. Foto: Sander de Haas.
11		DIQUES PERFORADOS				Dique perforado. Lanjarón, Granada, España. Foto: Tragsatec.

http://www.dina-mar.es/post/2012/08/12/Inventario-de-dispositivos-genericos-de-gestion-de-la-recarga-existentes-y-propuesta-de-otros-e2809dnuevose2809d.aspx

http://www.marsol.eu/35-0-Results.html

https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/manejo-recarga-acuiferos-ehl.pdf

Inventario de tipologías 2

12		QANATS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)			Qanat de Carbonero el Mayor. Segovia. Foto: E.F. Escalante.
13		POZOS ABIERTOS DE INFILTRACIÓN			Pozo abierto de infiltración. Arizona, USA. Foto: DINA-MAR
14		POZOS PROFUNDOS Y MINISONDEOS			Pozo de recarga artificial. Cornellá, Barcelona. Foto: DINA-MAR
15	POZOS	SONDEOS			Sondeo para MAR (ASR) en Adelaida. Foto: P. Dillon.
16		DOLINAS, COLAPSOS...			Colapso cárstico "El Hundimiento". Alicante, España. Foto: DINA-MAR
17		ASR			Dispositivo ASR en Scottsdale, Arizona. Foto: DINA-MAR
18		ASTR			Dispositivo ASTR en California.
19		BANCOS FILTRANTES EN LECHOS DE RÍOS (RBF)			Sistema RBF para MAR en Eritrea. Foto: A. Twinhof.
20	FILTRACIÓN	FILTRACIÓN INTERDUNAR			Filtración interdunar cerca de Amsterdam, Holanda. Foto: Allus.
21		RIEGO SUBTERRÁNEO			Riego subterráneo en Andalucía. Foto: Tragsa.
22	LLUVIA	CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN IMPRODUCTIVO			Captación de lluvia en improductivpo para MAR.
23	SUDS	RECARGA ACCIDENTAL CONDUCCIONES Y ALCANTARILLADO			Recarga artificial desde el alcantarillado en España. Foto: Tragsa
24		SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE			SUDS. Gomeznarro. Madrid. Foto: E.F. Escalante.

https://www.mdpi.com/2073-4441/14/21/3405

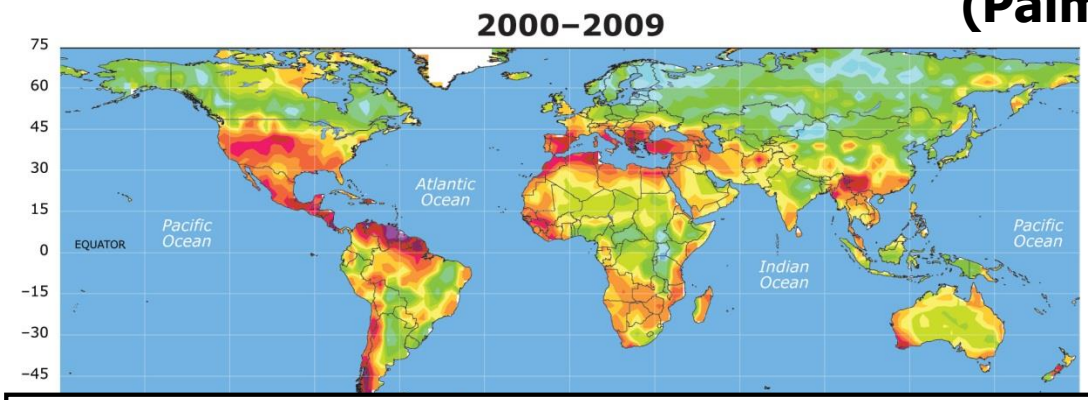
https://www.mdpi.com/water/water-14-03405/article_deploy/html/images/water-14-03405-g0A2.png

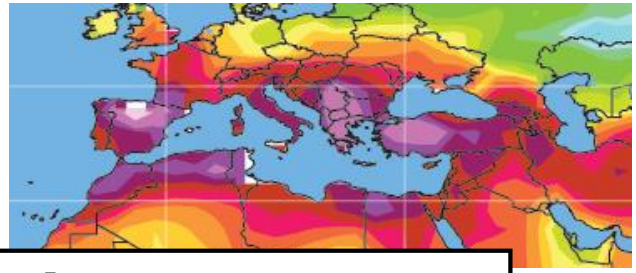
http://www.dina-mar.es/post/2010/04/29/documentacion-tecnicanoticias.aspx.

Una gran amenaza se cierne sobre nosotros y las futuras generaciones

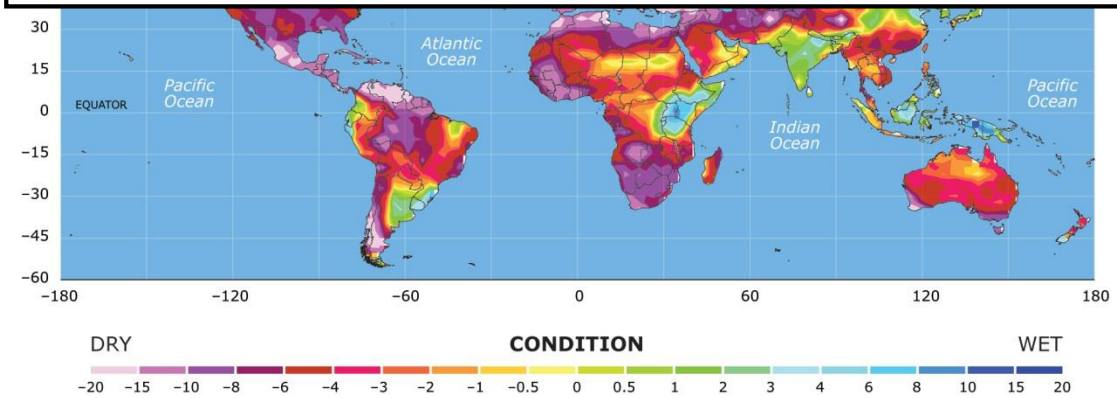
Incremento del número e intensidad de periodos de sequía

(Palmer Drought Severety Index*)





Descenso de la disponibilidad de recursos hídricos en el área mediterránea de hasta el 50% en el horizonte 2100!



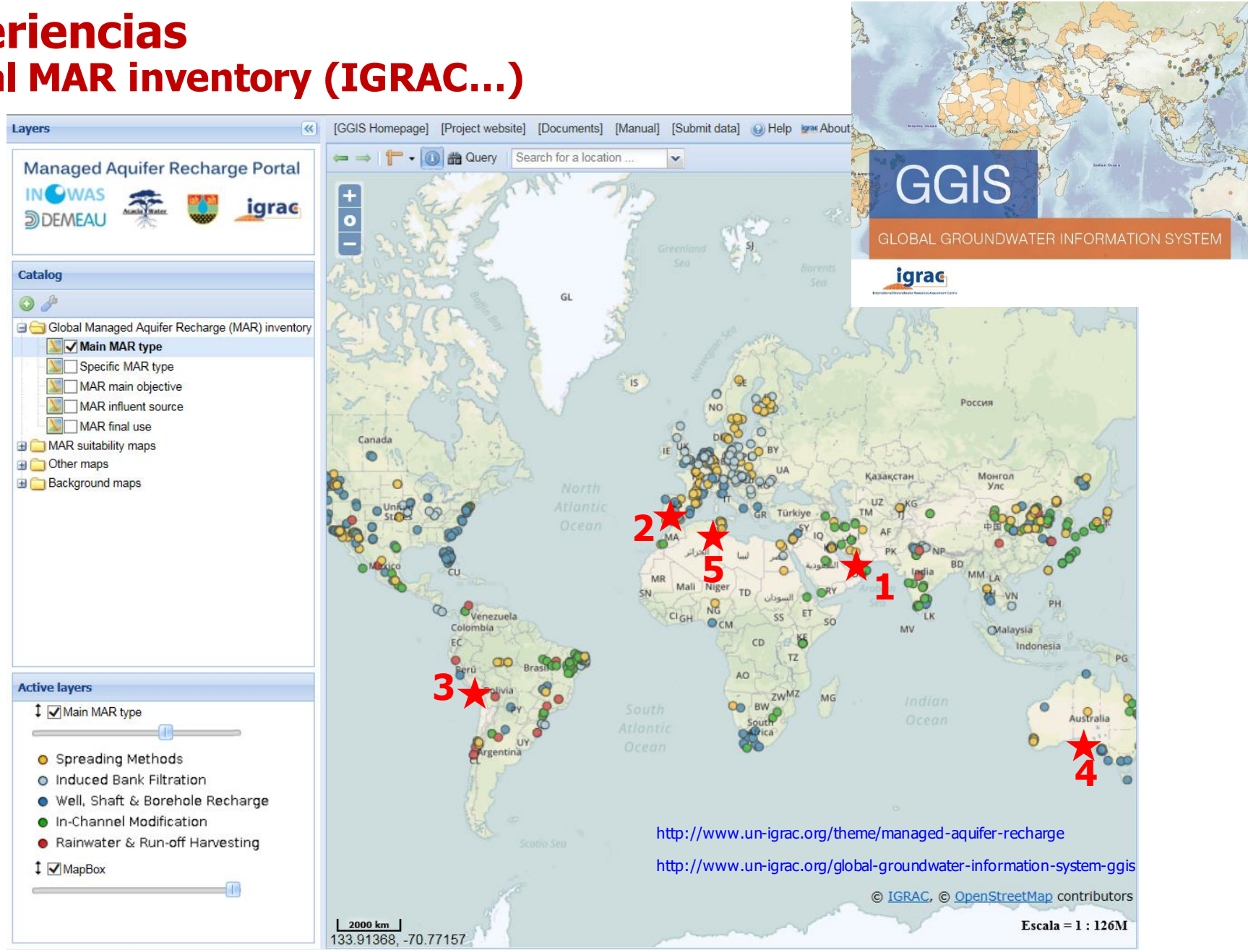
- Determina la aridez a partir de la información sobre precipitaciones y temperatura, especialmente para la predicción a largo plazo.
- **< -4 = sequía extrema**

Source: NCAR images, 2010

Recarga artificial o gestionada de acuíferos como mecanismo de adaptación al cambio climático

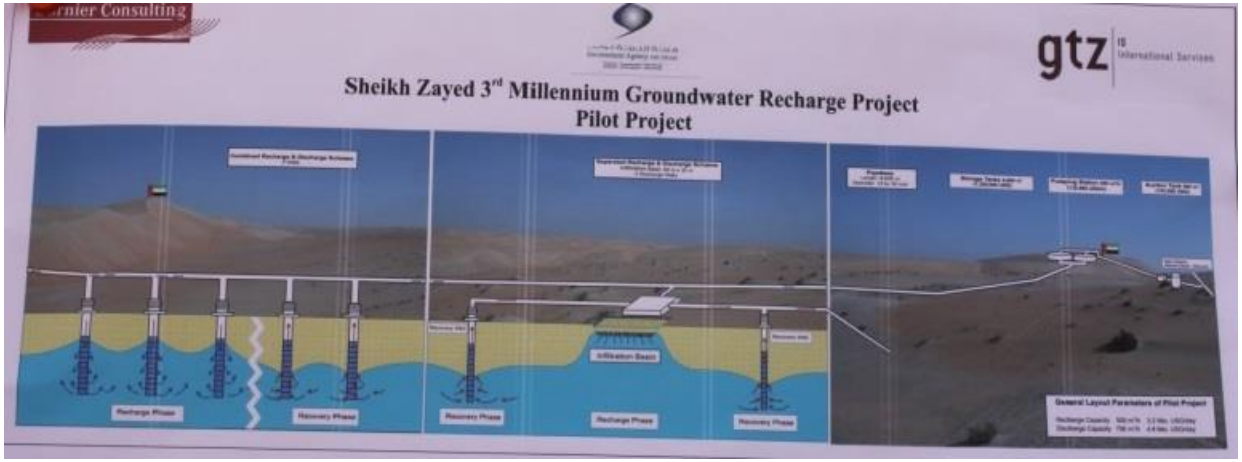
CAMBIO CLIMÁTICO	PROBLEMAS/IMPACTOS CC	SOLUCIONES MAR
↑ TEMPERATURA MEDIA	↑ Evaporación	Almacén subterráneo
	↑ ETP	Humedad edáfica/ascenso nivel freático
	↑ Demanda hídrica	Infiltración aguas regeneradas
	↑ Riesgo incendio	Infiltración puntual/dirigida
↓ PRECIPITACIONES ANUALES (esp. invernales)	↓ Oferta hídrica	Autodepuración / Re-infiltración / Reúso
	↓ Escorrentía	Almacén fuera de ribera/SUDS
	↓ Humedales	Restauración/regeneración
	↓ E hidroeléctrica	Distribución por gravedad
↑ FENÓMENOS EXTREMOS	↑ Avenidas / inundaciones	Infiltración de excedentes/ mecanismos de detención y retención-infiltración/SUDS
	↑ Sequías	Gestión plurianual/reservas
↑ NIVEL MARINO	↑ Intrusión marina	Barrera hidráulica positiva

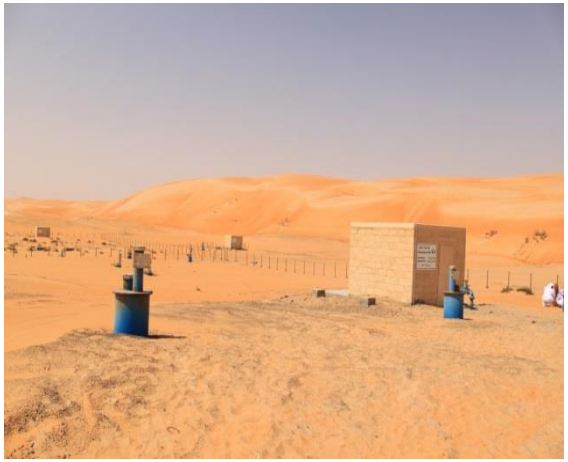
Experiencias
Global MAR inventory (IGRAC…)



https://ggis.un-igrac.org/ggis-viewer/viewer/globalmar/public/default

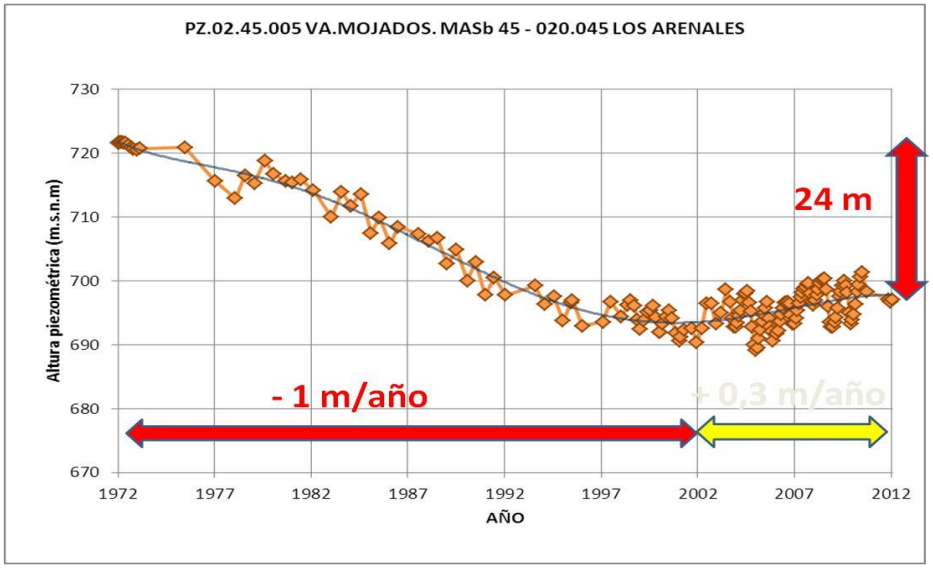
@Ejemplo 1: Almacenamiento profundo por inyección en Liwa (Abu Dabi)

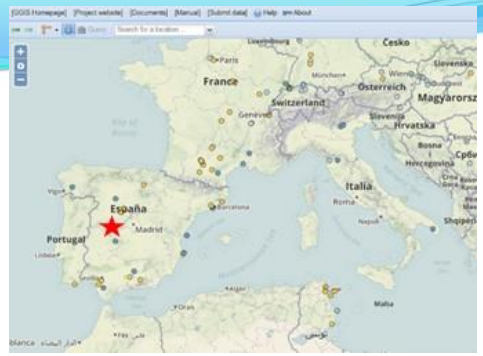




Almacenamiento estratégico de **26 Mm^3/año** (300 sondeos de inyección).

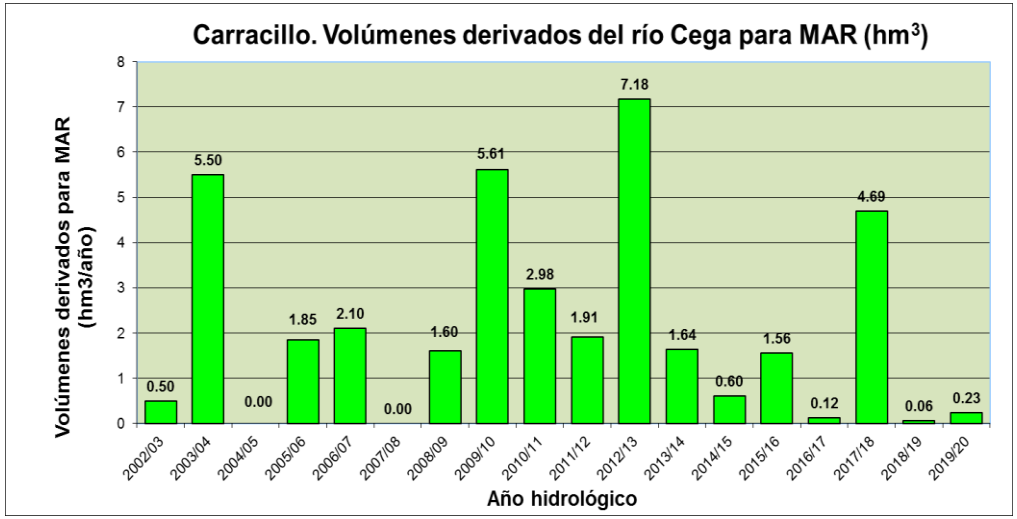
@Ejemplo 2. Sistema de recarga intermitente en El Carracillo, Segovia (España)

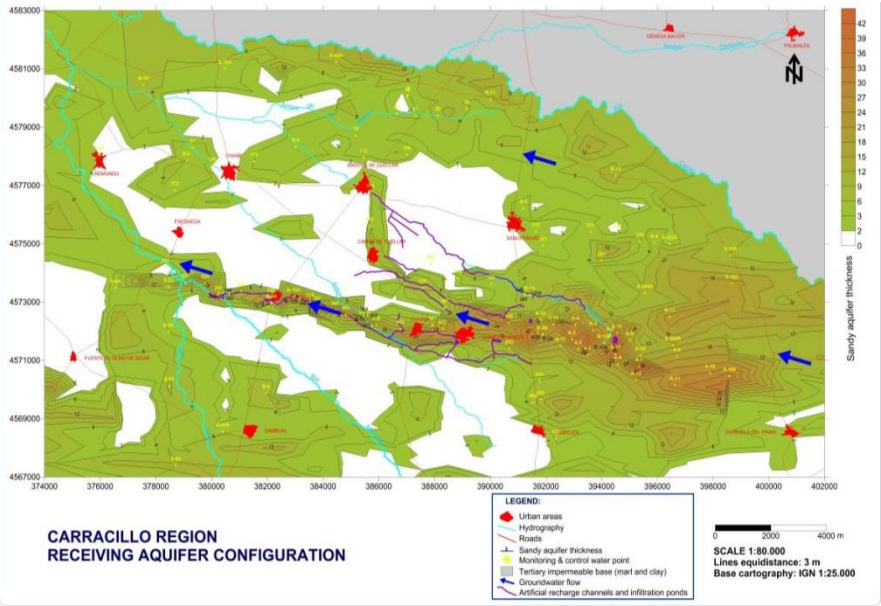




LOS ARENALES

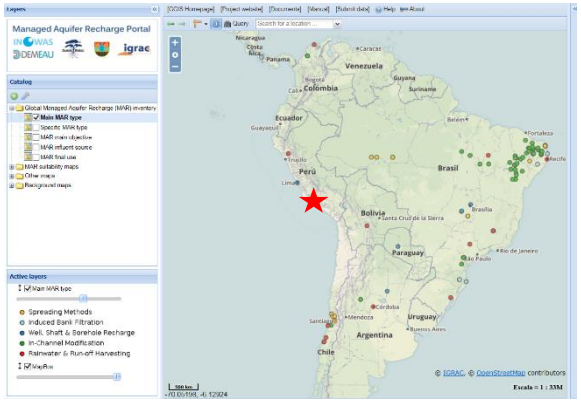
- **Evolución del nivel freático:**
  - **-1 m/año (1972-2002)**
  - **+0.24 cm/año (2002-2020)**





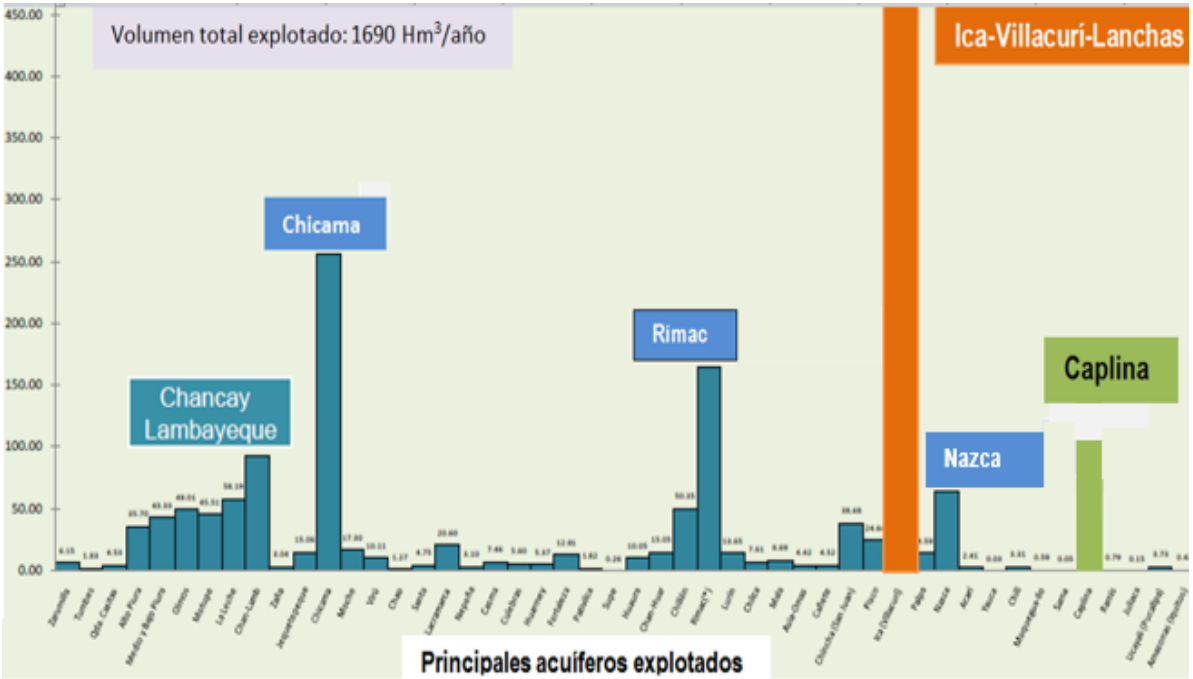
Indicador: Evolución del agua subterránea almacenada

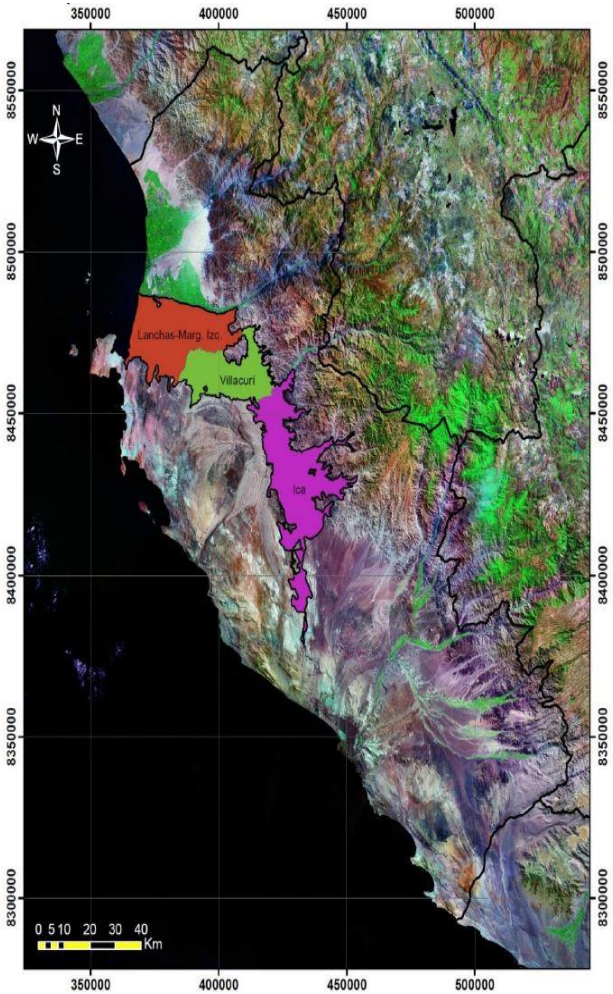
0.00 to 7.18 MMC/año
Q_m =2.19 MMC/año



@Ejemplo 3. Sistema de detención-infiltración en Ica (Perú)

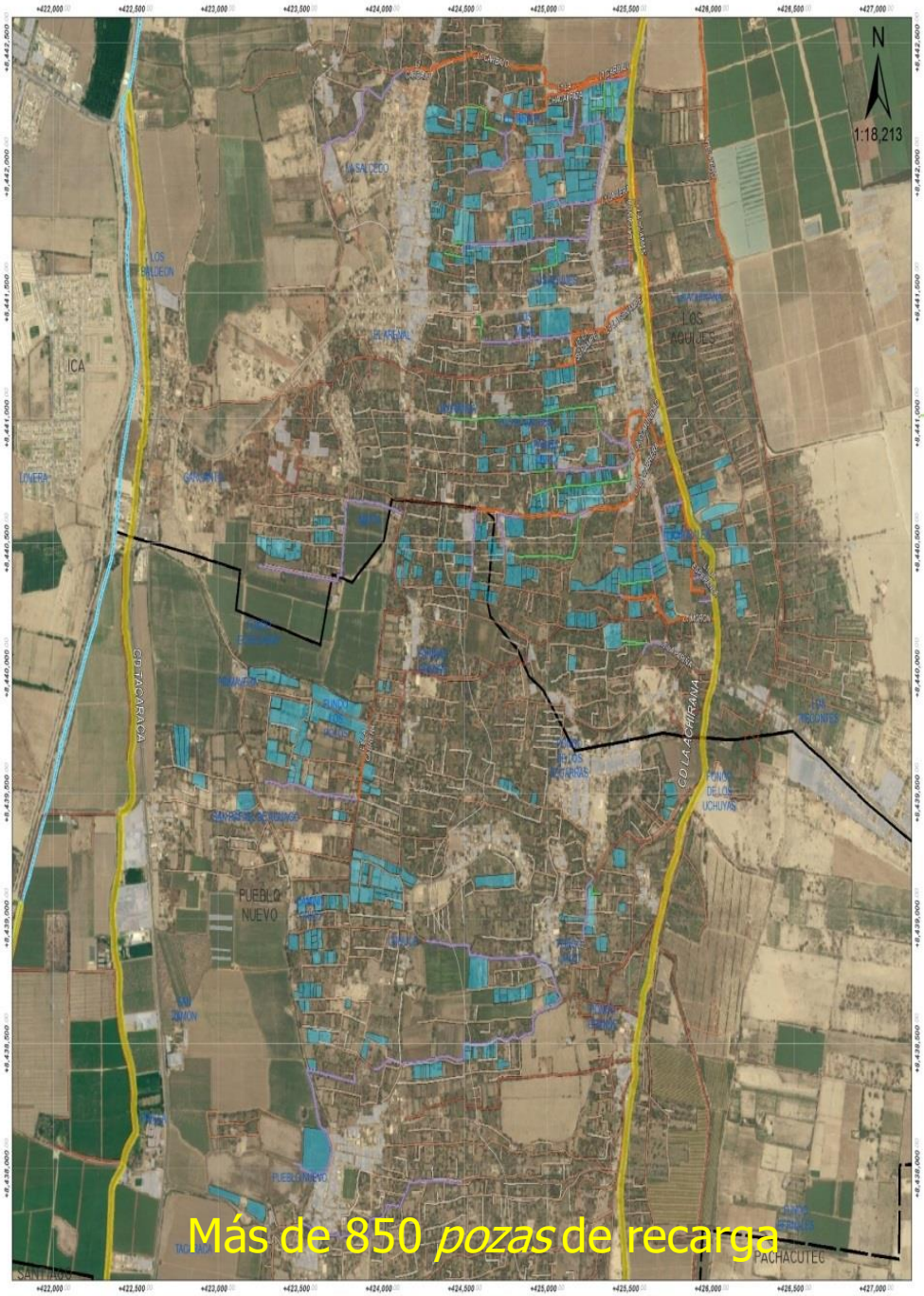
Más de 800 pozas de recarga en el acuífero de Ica (Ica-Villacurí-Lanchas)



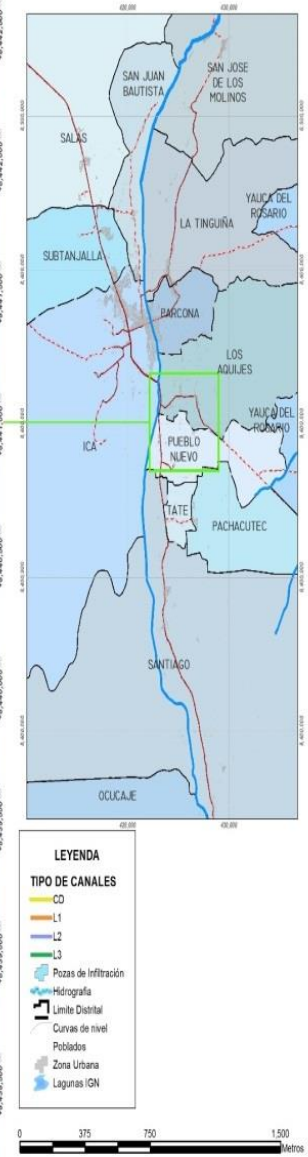


ESQUEMA DE GESTIÓN HÍDRICA INTEGRADA

AFIANZAMIENTO HÍDRICO VALLE DE ICA



Más de 850 *pozas* de recarga



PLANO DE UBICACIÓN DE POZAS DE INFILTRACIÓN: III - SUB SECTOR DE RIEGO LA ACHIRANA

Plano: Ubicación del Área de Estudio

Sector:	Distrito:	Provincia:	Departamento:	
-	Los Aquijes	Ica	Ica	U-01
Datum UTM	Escala	Fuente:	Fecha:	
WGS-84	1:18,213	IGN, COFOPRI	Septiembre del 2015	

Pozas de decantación

e infiltración

Pragmatismo en la gestión de los recursos hídricos en el acuífero de Ica

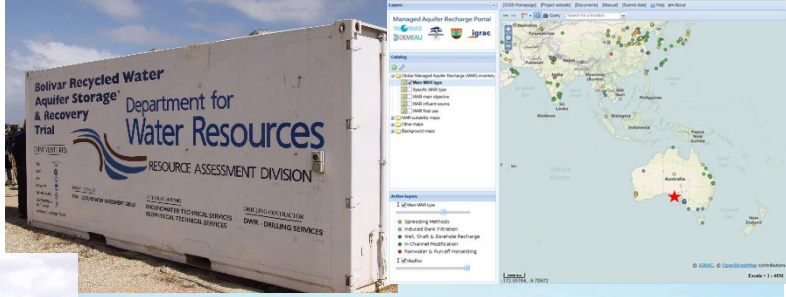
Más dedicación a la implementación *versus* más estudios

Fotos por cortesía de Roberto Navarro

+17 MMC/año procedentes del río Ica

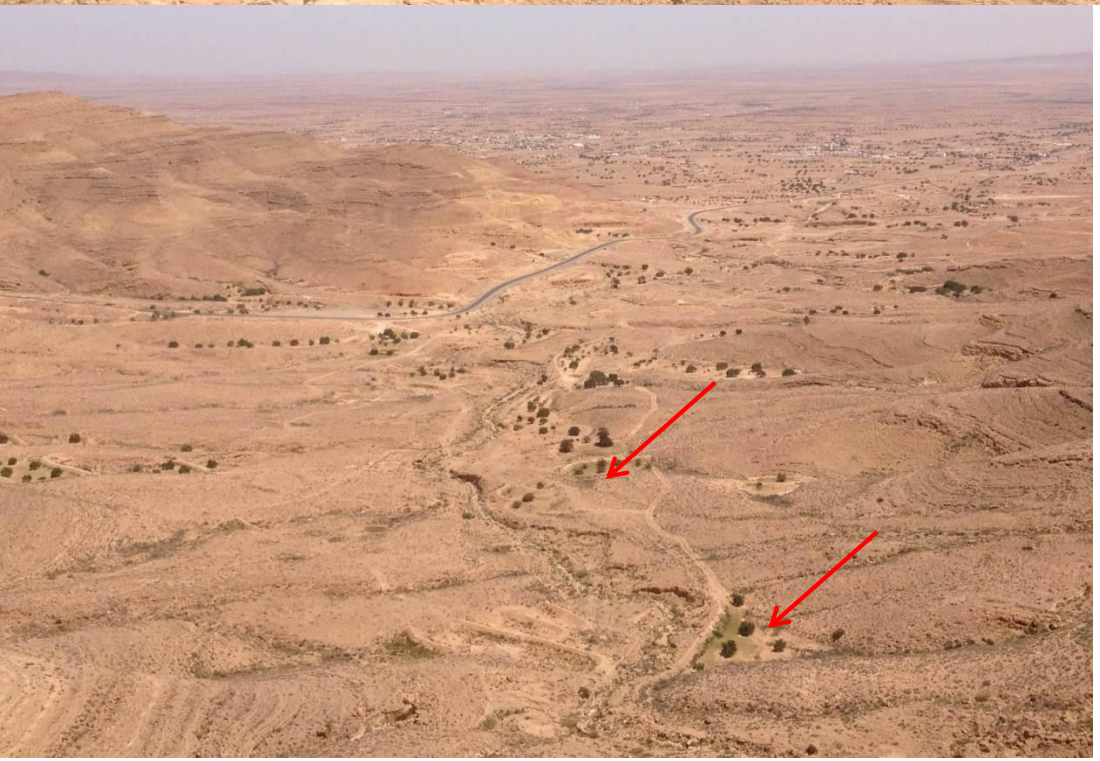
@Ejemplo 4: SAT-MAR / ASR Adelaida (Australia)

Aquifer replenishment



5% MAR > aportaciones a ecosistemas

@Ejemplo 5: Sistema intermitente de detención-infiltración, Medenine (Túnez)



Sistema combinado: "*check dam-pozo de infiltración*"

Filtros reactivos biológicos
Protección brocal pozo

GW +0.05 MMC por evento

Resultados (KPIs)

#ClimateAction

CC ISSUES	MAR SOLUTIONS	SITES	INDICATORS
Evaporation	Underground water storage	***Liwa (Abu Dabi)***	**+26 MMC/year**
	Temperature decrease	*P. de Mallorca (I. Baleares)*	**-1.5-6ºC of air temperature**
Evapotranspiration	Soil humidity increase	**El Carracillo *(España)***	**+15-20% soil moisture**
Water demand	Reclaimed water infiltration	*Alcazarén (CyL)*	**+0.4 MMC**
	Punctual infiltration	*Canal Isabel II (Madrid)*	**+5 MMC/year**
Water availability	Self-purification	*Santiuste (CyL)*	**+/-12-53% in water q parameters**
Run-off	Off-river storage	***Ica (Perú)***	**+17 MMC/year out of Ica River**
Wetlands	Restoration	***Adelaide (Australia)***	**+5% of the recharged volume**
Hydro Electric Power	Gravity flow water distribution	*El Carracillo (CyL))*	**+40.7 km of canals and pipes**
	E savings / Lower emissions	*El Carracillo (CyL)*	**-36% E costs (-10,780 kg CO_2)**
Floods	Infiltration of extreme flows	***Medenine (Túnez)***	**+0.05 MMC por evento**
	Forested Watersheds	*Neila (CyL)*	**-15-40% of diverted flood volume**
Droughts	Multiannual management	*Santiuste (CyL)*	**Supply for 3 years with no rain**
Saltwater intrusion	Intrusion barrier wells	*Llobregat (Cataluña)*	**30 years to regain water table**

Relación entre los impactos del CC y KPIs de sistemas MAR

Análisis legislativo sobre la tecnología MAR

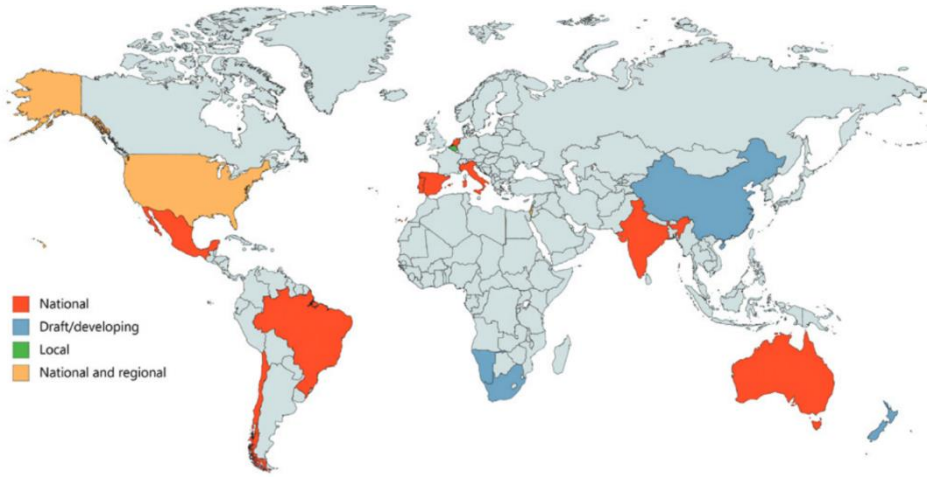


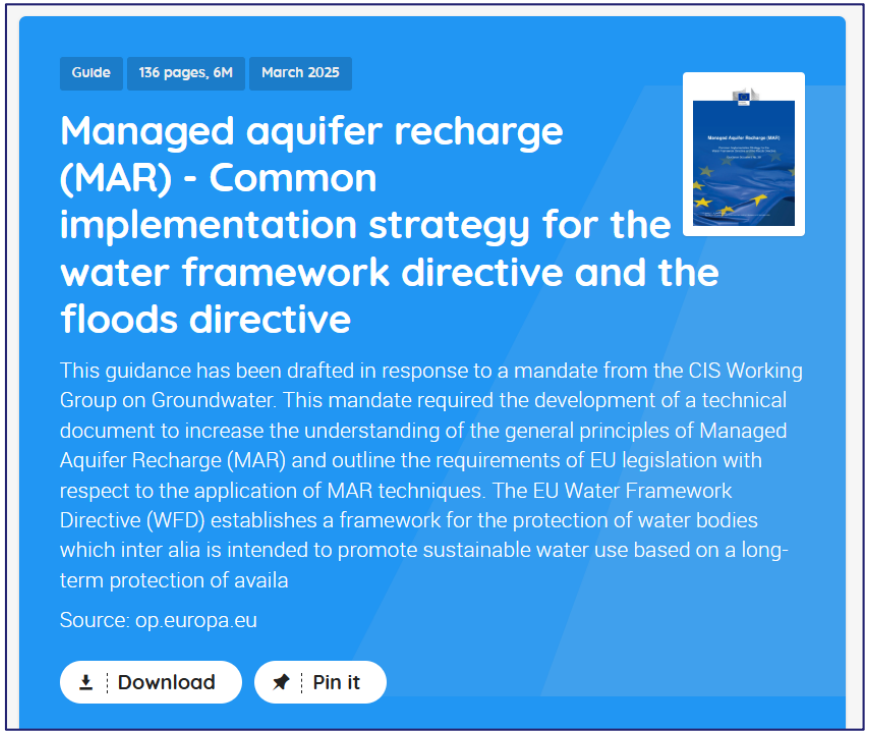
Fig. 1 - Countries which have or are developing legislation on MAR water quality, either at the regional or national level.

Country	Scope	Soft/hard	Type	Year	MACs	Most used MAR techniques
Arizona (USA)	Regional	Hard	Guidelines	1994		ASR*, basins
Australia	National	Soft	Guidelines	2009	X	ASR, basins
California (USA)	Regional	Hard	Guidelines	2012	X	ASR, SAT-MAR
Chile	National	Soft	Regulation	2013		Multiple
Florida (USA)	Regional	Soft	Guidelines	1999	X	ASR, basins
India	National	Soft	Draft Guidelines	2014		Multiple
Italy	National	Hard	Regulation	2016	X	RBF**
Mexico	National	Hard	Regulation	2003 & 2009	X	Basins
Portugal	National	Hard	Regulation	2000		Multiple
South Africa	National	Hard	Draft regulation	2004		Basins, ASR
Spain	National	Hard	Regulation	2007	X	SAT-MAR*** (reuse)
The Netherlands	National	Hard	Regulation (under review)	1993	X	SAT-MAR, dunes, ASR
Israel (Shafdan)	Local-National[1]	Hard	Operator rules	From 1966	X	SAT-MAR, basins
Torreele (Belgium)	Local	Hard	Operator rules	2012	X	SAT-MAR, dunes
USA	National	Soft	Regulation	1974 & 2019	X	ASR, multiple
WFD	International	Soft	Regulation	2000		Basins, ASR
WHO guidelines*	-	Soft	Guidelines	2001		SAT-MAR (reuse)
Windhoek (Namibia)	National	-	Guidelines. Regulation proposal	2004		Interdune basins, ASR

ASR* Aquifer Storage and Recovery - RBF** River Bank Filtration
SAT-MAR*** Soil & Aquifer Treatment for Managed Aquifer Recharge - [1]Mekorot applies Shafdan's standards to National level
MACs: Maximum Allowable Concentrations - * Legal regulations have a reference framework (international/national etc.). The framework of guidelines is often based on regional characteristics or settings or is a general outline of common knowledge.

https://doi.org/10.7343/as-2020-462

Documento de directrices Técnicas para MAR en Europa



https://euagenda.eu/publications/managed-aquifer-recharge-mar-common-implementation-strategy-for-the-water-framework-directive-and-the-floods-directive

Necesidad de cambios legislativos importantes

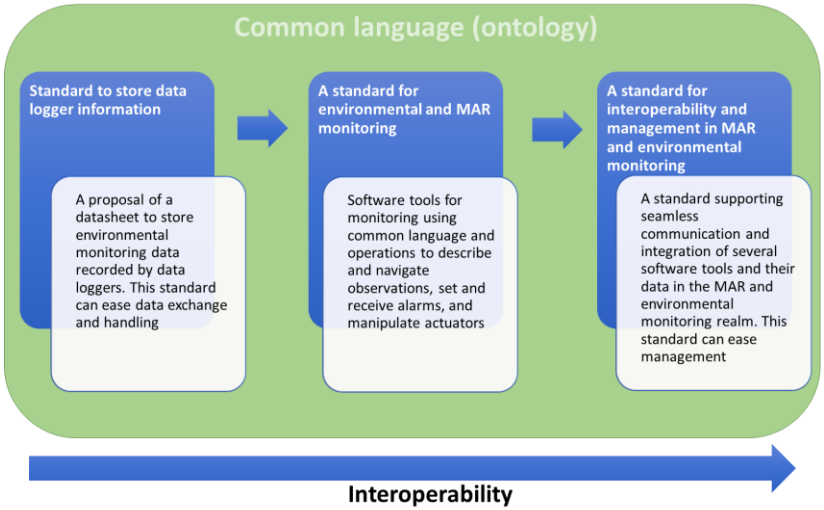
#2- INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

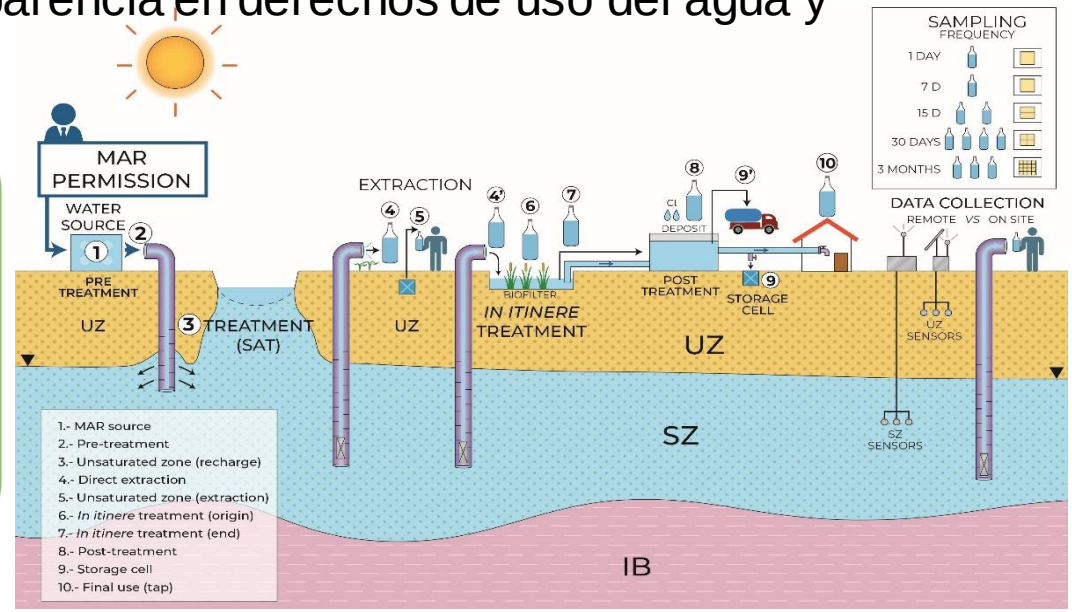
COMPONENTES
1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

- **Ontología**. Estandarización e interoperabilidad
- **Normalización (e.g. norma** UNE 318002-3:2021)

Sensores IoT interconectados, big data, IA, machine learning, modelización, gemelos digitales, algoritmia

- **Monitoreo *hidrodinámico* (cantidad, calidad, consumo, pérdidas (en tiempo real)**
- Mejoras tecnológicas
  - Eficiencia en el riego y agricultura de precisión (drones, imágenes satelitales)
  - **Desalinización avanzada con empleo de energías renovables**
  - ***Blockchain***: Garantizar transparencia en derechos de uso del agua y equiparación entre cuencas.



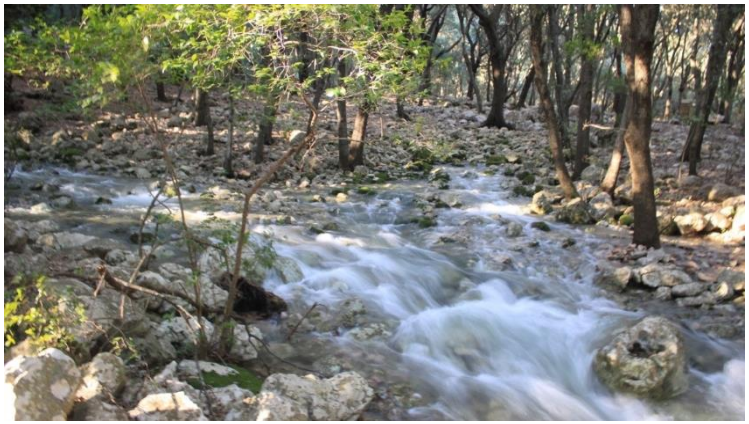


'La familiaridad de estas generaciones con tecnologías digitales, como IAs y redes sociales, permitirá unir a todos los ciudadanos en la tarea de preservar el planeta ´. 🌍

"Buscando más métodos de guardar agua que no sean poner un cubo en la bañera" 🛁🤔

#3- REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)

- **Reúso** del agua dependiendo de su calidad
- **Huella hídrica** del agua verde y azul
- **Ahorro** (concientización mediante redes sociales)
- **Reducir pérdidas** y fugas

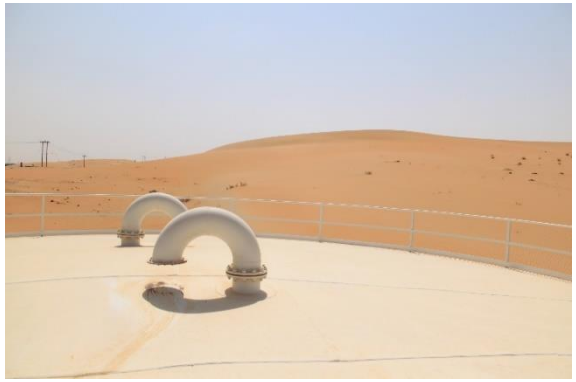


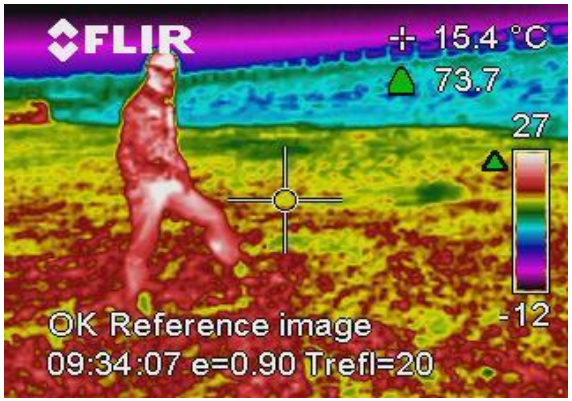
"Haciendo q todo el mundo sea mas consciente de cuánto tiempo tienen los grifos abiertos" 😩

"El reúso de aguas grises y residuales tratadas, promovido por políticas sectoriales, es clave ante la escasez hídrica. Permite abastecer agricultura e industria, especialmente en zonas de alto consumo, como las regiones agrícolas intensivas" 🫶

#4- PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS

- Investigación-acción (pragmatismo)
- Ideas-fuerza
- **Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)**



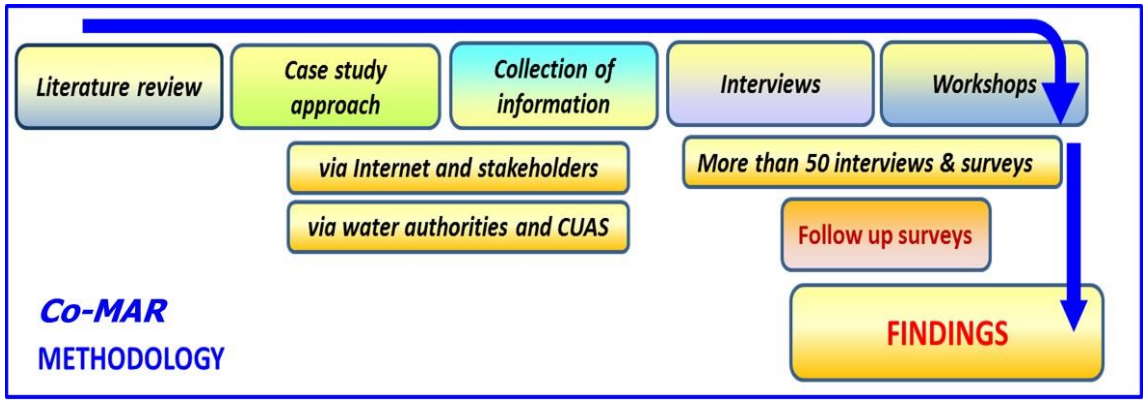


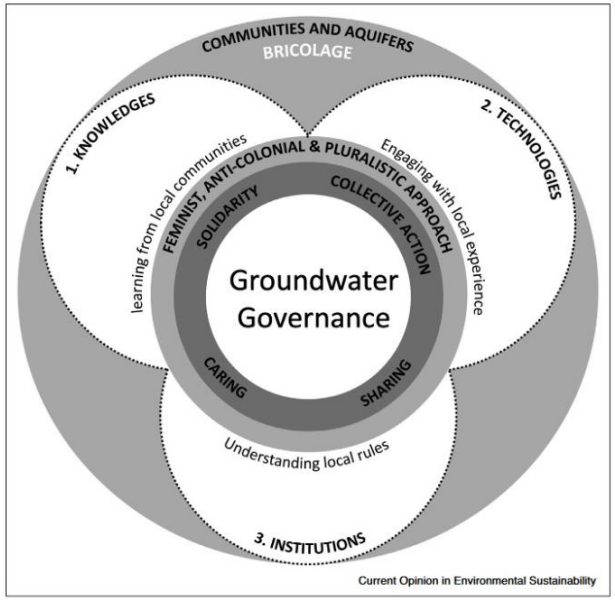
"Las soluciones basadas en la naturaleza son una alternativa sostenible de abordar los problemas actuales del agua y crear una conexión más profunda con el entorno natural, frente a otros métodos más agresivos con el medioambiente."

#5- GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS

- **Gestión integrada real**, sin compartimentación (agrícola, industrial, urbano) y acuíferos transfronterizos
- **Mayor justicia social**
- **ODS 6**: **Acceso equitativo al agua potable**.
- **Sistema de tarificación basado en el uso responsable**.

COMPONENTES
1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO



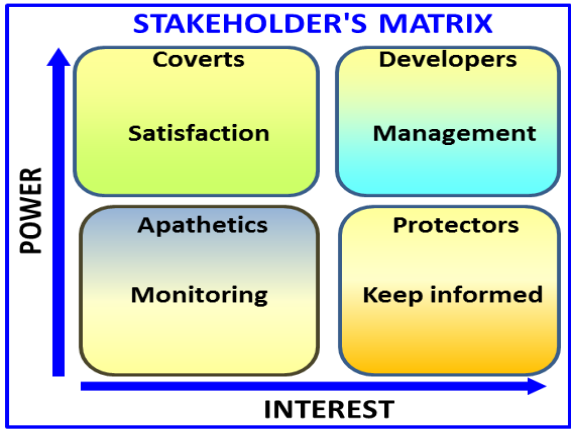


"Garantizar el acceso al agua potable en comunidades vulnerables constituye una prioridad reconocida a nivel internacional. Las políticas públicas deben priorizar este derecho básico y establecer medidas concretas que aseguren su cumplimiento efectivo".

#6- MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS

COMPONENTES
1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

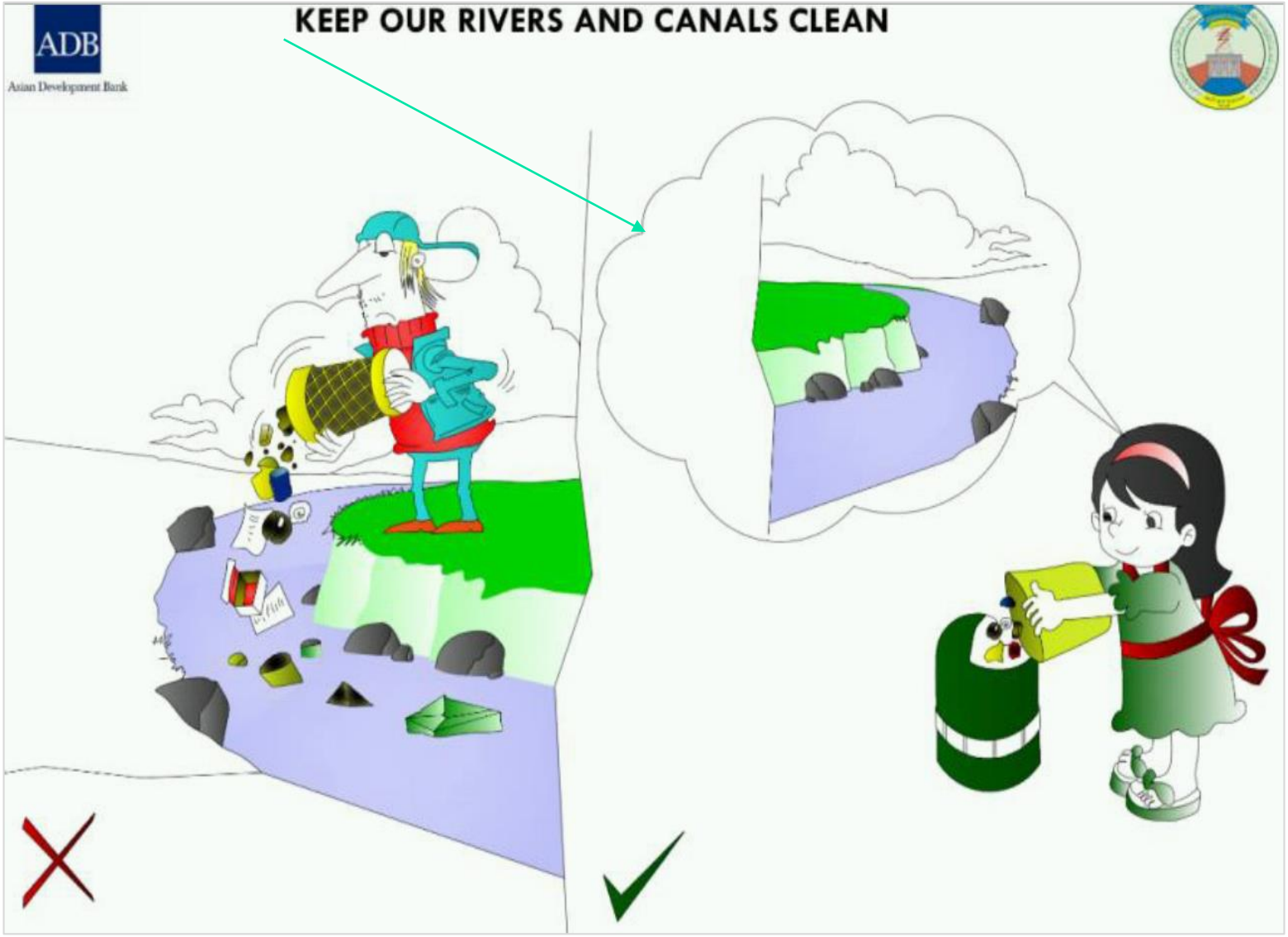
- **Concienciación ambiental desde la escuela** (*el agua es un bien escaso*)
- **Uso de la tecnología para facilitar la contribución de las comunidades (*stakeholders*) en la toma de decisiones** (plataformas digitales, APPs…)
- **Participación ciudadana**
- **Cambio generacional**. Los jóvenes deben sentir el efecto de su "*divino tesoro*"



"Existe mucha bibliografía que da prioridad a los aspectos de la técnica MAR en el marco de proyectos piloto. Sin embargo, este campo ha pasado por alto en gran medida el modo en que las comunidades adaptan estos principios dentro de sus propias limitaciones sociales, económicas y medioambientales …

Reconocer y abordar estas adaptaciones debería incorporar prácticas que puedan informar a la política y a los proyectos piloto, y no al revés"

Concienciación…

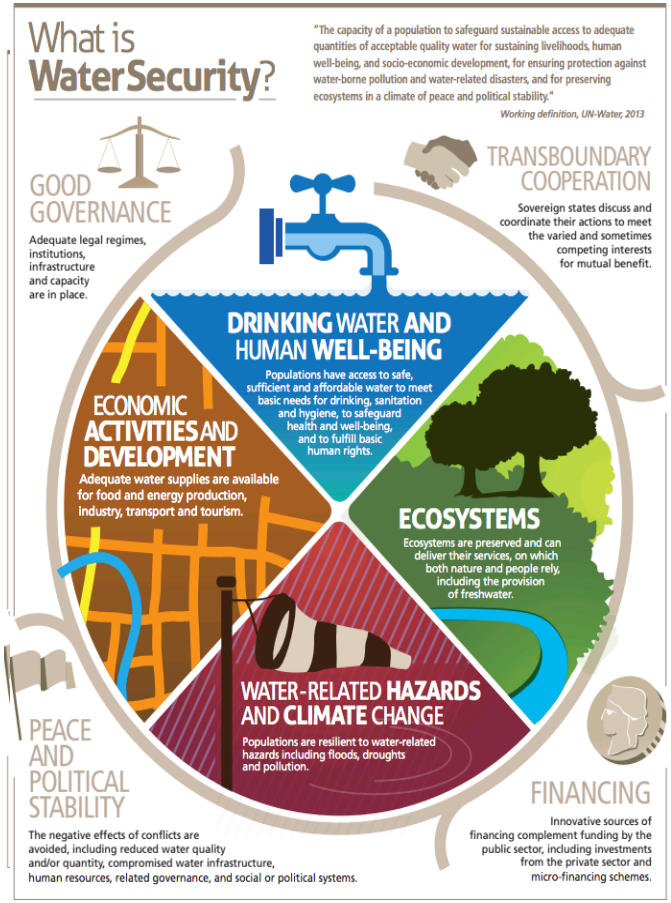


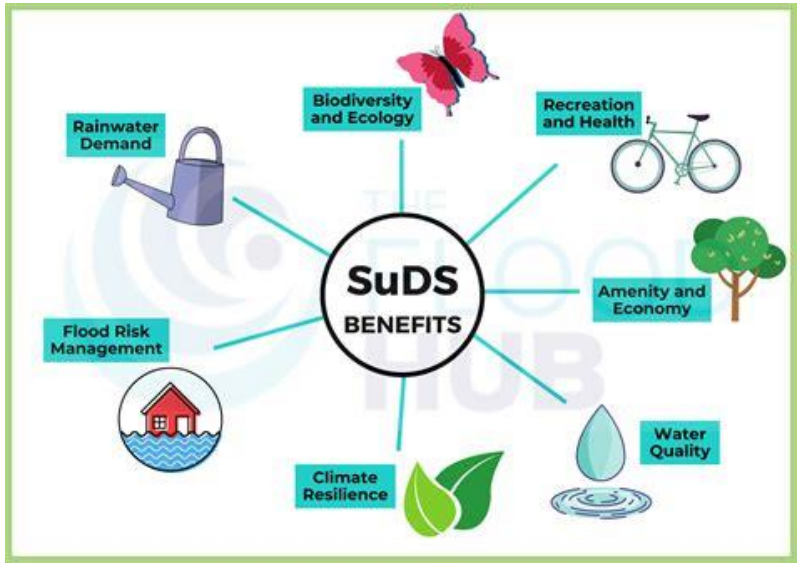
Ejemplo de un cartel disuasorio concienciando a la población de los impactos derivados de arrojar basura en los canales. Fuente: ADB-L&M.

#7- MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

COMPONENTES
1. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (Y MITIGACIÓN)
2. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
3. REUTILIZACIÓN (ECONOMÍA CIRCULAR)
4. PRAGMATISMO Y ACCIONES PRÁCTICAS
5. GOBERNANZA MULTINIVEL Y MEJORAS LEGISLATIVAS
6. MEJORAS CURRICULARES Y EDUCATIVAS
7. MAYOR RESILIENCIA, REACCIÓN INTELIGENTE AL CAMBIO

- Agilizar el **combate a la contaminación de las aguas** (microplásticos, salinización…)
- Reglamentar – interceder en los **conflictos por el agua**
- **Minimizar presiones** inherentes a la gestión de los recursos hídricos en aras de la mayor **seguridad hídrica**
- **Mayor implantación** de sistemas de drenaje sostenibles **(#SUDS-SRDS)**





"Para frenar microplásticos y químicos, lo esencial es cortar su entrada, menos plásticos de un solo uso y vertido cero. Además, si se añaden técnicas de biorremediación, como bacterias y plantas que limpian, devolvemos la salud a acuíferos y cauces degradados" ☠️ 💩 👍🏻 👍🏻

CONCLUSIONES

- Futura **permanencia de los esquemas de gestión hídrica tradicionales, pero con cambios importantes.**
- La **recarga gestionada de acuíferos** (MAR) es una de las **herramientas más poderosas e infrautilizadas para afrontar los retos hídricos y climáticos actuales. Casos demostrativos** en todo el mundo, e **indicadores de consecución del objetivo, lo confirman**.
- Sabia **combinación de mejoras tecnológicas, justicia social y sostenibilidad**.
- **Enfoque sistémico,** desde la digitalización hasta la restauración ecológica, **con equidad y resiliencia.**
- **Esquemas colaborativos multinivel**: **gobernanza y colaboración global** (tras la desaparición de fronteras, o tras un nuevo orden planetario en bloques).
- Innovación local clave dentro de un enfoque *bottom-up,* como base de acciones a escala global (**actual localmente, planificar globalmente**).
- **Agua para todos** (ODS 6) en un planeta sobrepoblado y cálido.
- **@Hidrogestores: aumentar la dosis de innovación**.

Reconectando al hombre con el agua, parte de la Pachamama…

IAH-MAR Managing Aquifer Recharge Commission

https://recharge.iah.org/

International Association of Hydrogeologists
the World-wide Groundwater Organisation
IAH Commission on
Managed Aquifer Recharge

IAH Commission on
Managing Aquifer Recharge

International Association of Hydrogeologists

WELCOME | ABOUT THE COMMISSION | SYMPOSIA AND WORKSHOPS | WORKING GROUPS | COMMUNITIES | COLLABORATIONS | RESOURCES

Welcome

Attendees at ISMAR10, Madrid, May 2019 – the latest triennial symposium of IAH-MAR, UNESCO and ASCE

Welcome to the website of the International Association of Hydrogeologists Commission on Managing Aquifer Recharge (IAH-MAR). Here you can discover what our working groups are doing and contribute to their current projects, you can download resources on MAR, connect with people, get information on symposia coming up, and join our email list to stay informed of latest news. We also have sister sites in Spanish and Chinese.

Managed Aquifer Recharge

Managed aquifer recharge, also called groundwater replenishment, water banking and artificial recharge, is the purposeful recharge of water to aquifers for subsequent recovery or environmental benefit. It embraces methods such as riverbank filtration, stream bed weirs, infiltration ponds and injection wells, and uses natural water sources and appropriately treated urban stormwater, sewage and other waste waters to increase groundwater storage, protect and improve water quality,and secure drought and emergency supplies. Its growing scientific base supports its rapidly increasing use as a vital management tool in the sustainable use of the world's water resources.

Latest News

IAH Commission on
Managing Aquifer Recharge

WELCOME | ABOUT THE COMMISSION | EVENTS | WORKING GROUPS | COMMUNITIES | COLLABORATIONS

Newsletters

Stay updated with the latest news on managed aquifer recharge collected in our (almost) monthly newsletters:

https://recharge.iah.org/newsletters

2025

- 12-01-2025-IAH-MAR-newsletter

JOIN OUR MAILING LIST

Register with our large email group to share information, ideas and news concerning recharge enhancement.

Foro técnico sobre MAR

https://lists.flinders.edu.au/mailman/listinfo/iah-mar.listcgs

COORDENADAS

26/05/2025

Contacto:

4marer68@Gmail.com

+34 646989334

Dr. Enrique Fernández Escalante

(Tragsa-UPM-IAH MAR Commission)