

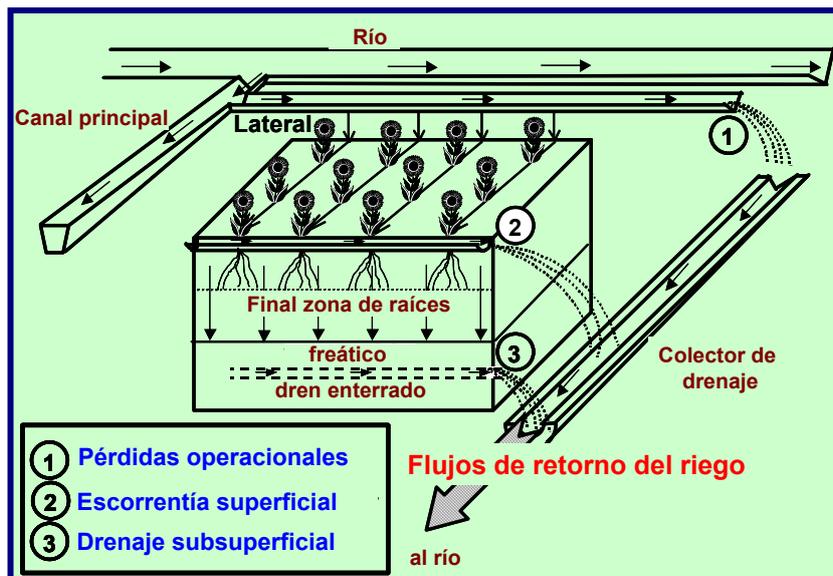
## III Jornada Técnica RAA Introducción a los sistemas de autocontrol de los retornos de riego en Comunidades de Regantes

### ¿Que son los retornos de riego?

Ramón Aragüés (raragues@aragon.es)  
Unidad de Suelos y Riegos (Unidad Asociada EEAD-CSIC)  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de  
Aragón (CITA)

Walqa-Huesca, 10 noviembre 2011

### Componentes de los flujos de retorno del riego

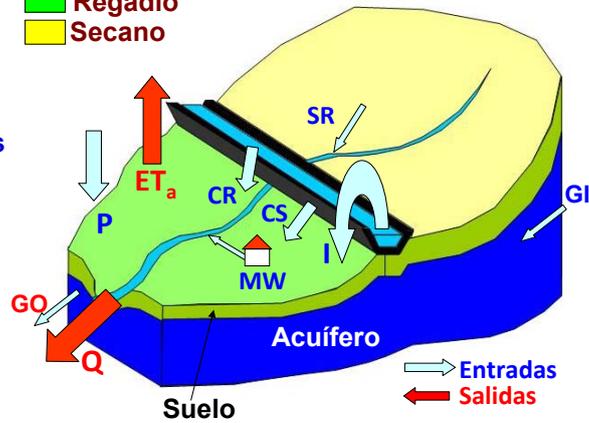


## Entradas y salidas de agua en una cuenca hidrológica

### Entradas

- I = riego
- P = lluvia
- CR = pérdidas operacionales de canales
- CS = filtraciones de canales
- SR = escorrentía lateral superficial
- MW = retornos urbanos
- GI = entrada subterránea

- Regadío
- Secano



### Salidas

- Q = caudal de salida superficial
- ETa = evapotranspiración real de los cultivos
- GO = salida subterránea

$$\text{Flujos de Retorno de Riego} = Q - CR - SR - MW - \% GI + \% GO$$

## Seguimiento de los retornos de riego (cantidad y calidad)



Estación de aforo y calidad

## Los retornos de riego...



**Río Flumen en Lascasas  
(antes de entrar en Riegos  
del Alto Aragón)**



**Río Flumen en Almuniente  
(tras adentrarse 18 km  
en Riegos del Alto Aragón)**

**Los retornos de riego pueden reutilizarse  
dentro o fuera de una Comunidad de Regantes**



**Parámetros de calidad de los tres componentes de los flujos de retorno del riego y cambios de calidad esperables en relación con la calidad del agua de riego**

Parámetros de calidad	Componentes de los flujos de retorno del riego		
	Pérdidas operac.	Escorr. superf.	Drenaje subsup.
Degradación general de calidad	0	+	++
Salinidad	0	0, +	++
Nitrogeno	0	0, +, ++	+, ++
Fósforo	0, +	++	0, -, +
Demanda biológica de oxígeno	0	+, 0	0, -, --
Sedimentos	0, +, -	++	--
Residuos de pesticidas	0	++	0, -, +
Elementos traza	0	0, +	0, -, +
Organismos patógenos	0	0, +	-, --

- 0: Degradación de calidad despreciable  
 +, ++: Degradación moderada, elevada de calidad (evapoconcentración, aplicación de agroquímicos, erosión del suelo, disolución de minerales...)  
 -, --: Mejora moderada, elevada de calidad (filtración, fijación, degradación microbiana, precipitación de minerales, etc.)

**Parámetros de calidad más importantes a medir en los flujos de retorno del riego (aguas de drenaje agrícola)**

**I- Iones principales**

Conductividad Eléctrica (CE, dS/m); Sólidos Disueltos Totales (SDT, mg/l); cationes: Na, Ca, Mg, K (meq/l); aniones: HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> (meq/l, excepto nitratos en mg/l)

**II- Metales pesados o elementos traza tóxicos**

As, B, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Mo, Ni, Se, Sr, Ur, Va, Zn

**III- Agrocontaminantes (pesticidas)**

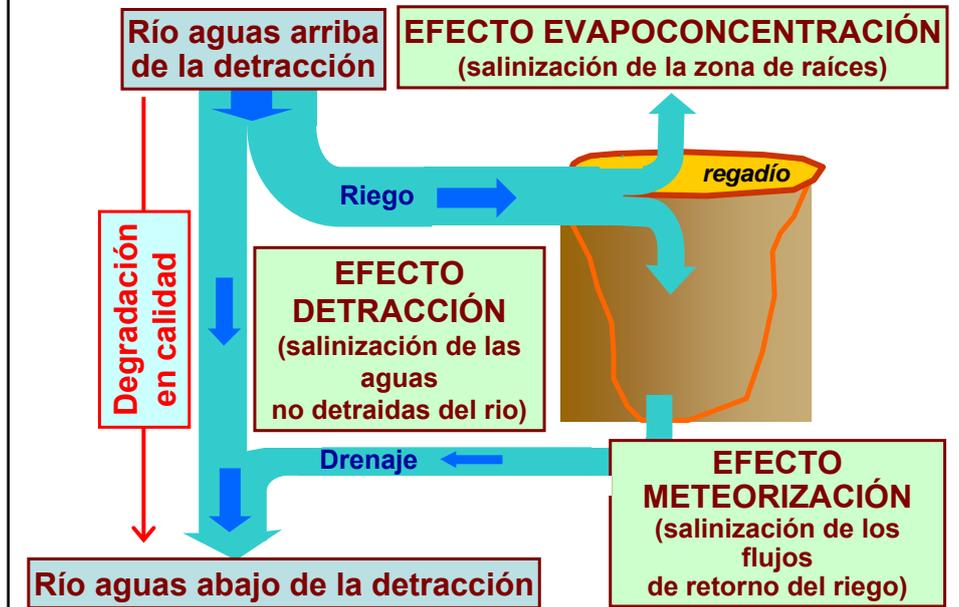
Los pesticidas solubles en agua se lavan fácilmente.

Los pesticidas de elevada presión de vapor se pierden en la atmósfera.

Los pesticidas de elevada adsorción se unen a los sedimentos.

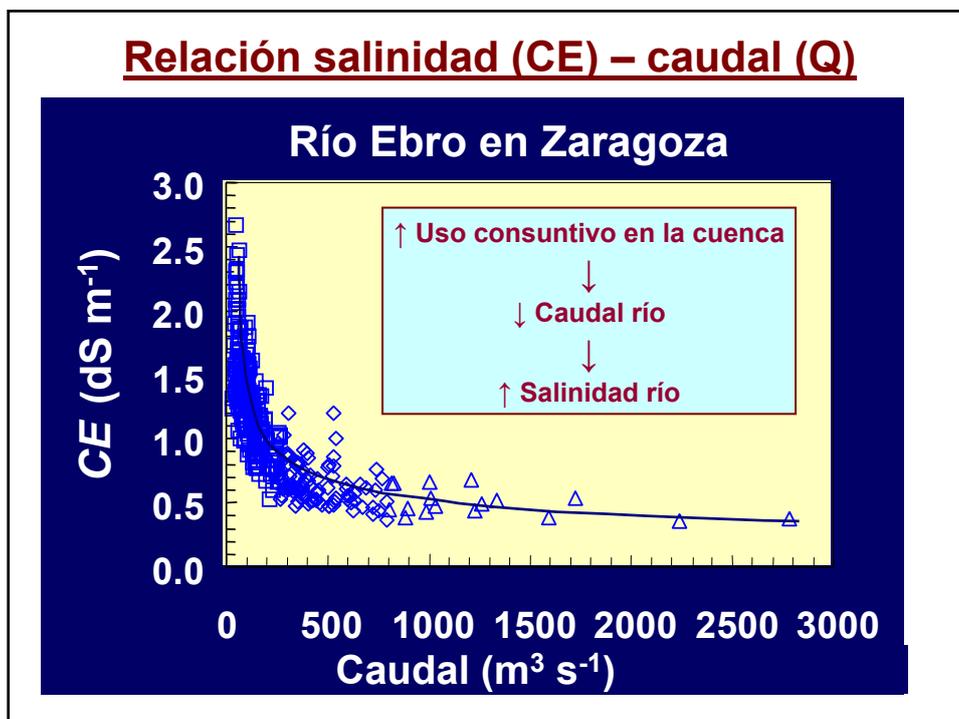
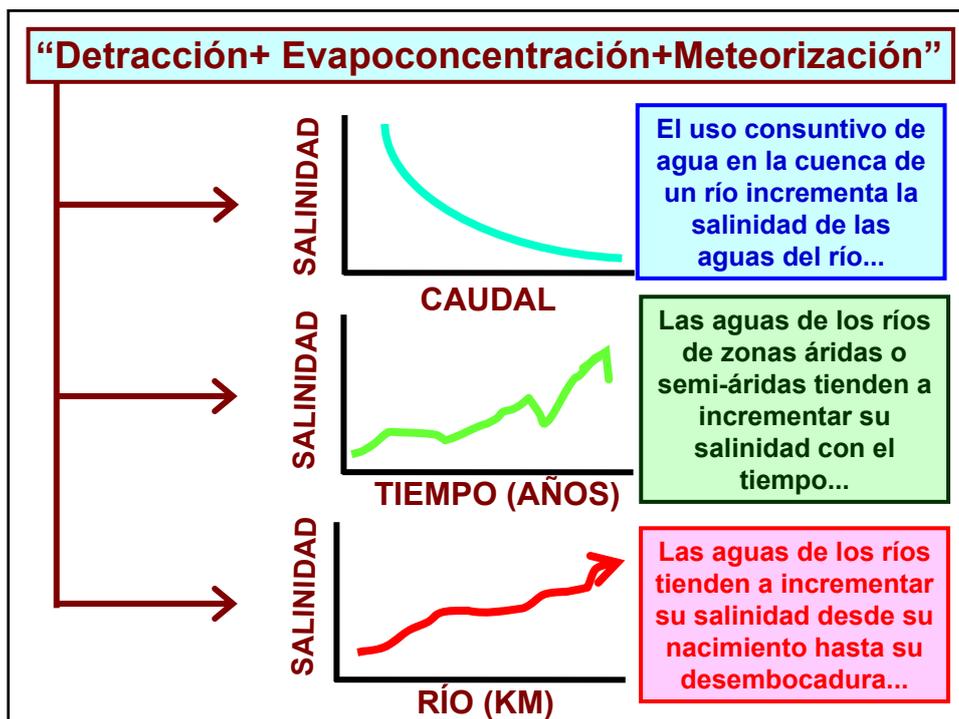
Los pesticidas organofosfatados son los más frecuentes en las aguas subterráneas.

**La calidad de los retornos de riego es siempre peor que la del agua original**



**Directrices de calidad del agua para el consumo humano (VL = valor límite) y concentraciones de Arsénico, Nitrato y Selenio medidos en Monegros II. El resto de elementos medidos fueron inferiores a los valores límite. Muestreos efectuados en septiembre 2005. (Sirasa, PVAmbiental Monegros II, Informe 2005)**

Localización	CE dS/m	Arsénico VL=10 µg/L	Nitrato VL = 50 mg/L	Selenio VL=10 µg/L
Embalse agua de riego	0.41	< 1	8	< 10
Barranco Valcuerna - aguas arriba	8.0	50	110	33
Pozo Don Roque	6.6	42	114	11
Pozo San Agustín	7.6	167	169	49
Confluencia Bcos. Valcarreta y Valcuerna	8.4	54	120	34
Colector VIII con Bco. Valcuerna	10.0	83	147	37
Río Alcanadre en puente de Ontiñena	1.6	2	27	< 10



**Criterios de calidad del agua relacionados con los elementos presentes en las aguas de drenaje**

**Calidad del agua para ganado y aves de corral**

Concentración	Clasificación	Uso
< 1000 mg/L (<1.5 dS/m)	Excelente	Para todo tipo de animales
1000-3000 mg/L (1.5-5 dS/m)	Muy satisfactoria	Para todo tipo de animales
3000-5000 mg/L (5-8 dS/m)	Satisfactoria solo para el ganado	No adecuada para aves de corral
5000-7000 mg/L (8-11 dS/m)	Uso limitado para el ganado y no apta para aves de corral	Excepto para ganado encinta o lactante
7000-10000 mg/L (11-16 dS/m)	Uso muy limitado para el ganado	Solo utilizable en rumiantes y caballos de edad avanzada
>10000 mg/L (>16 dS/m)	No apta	No apta

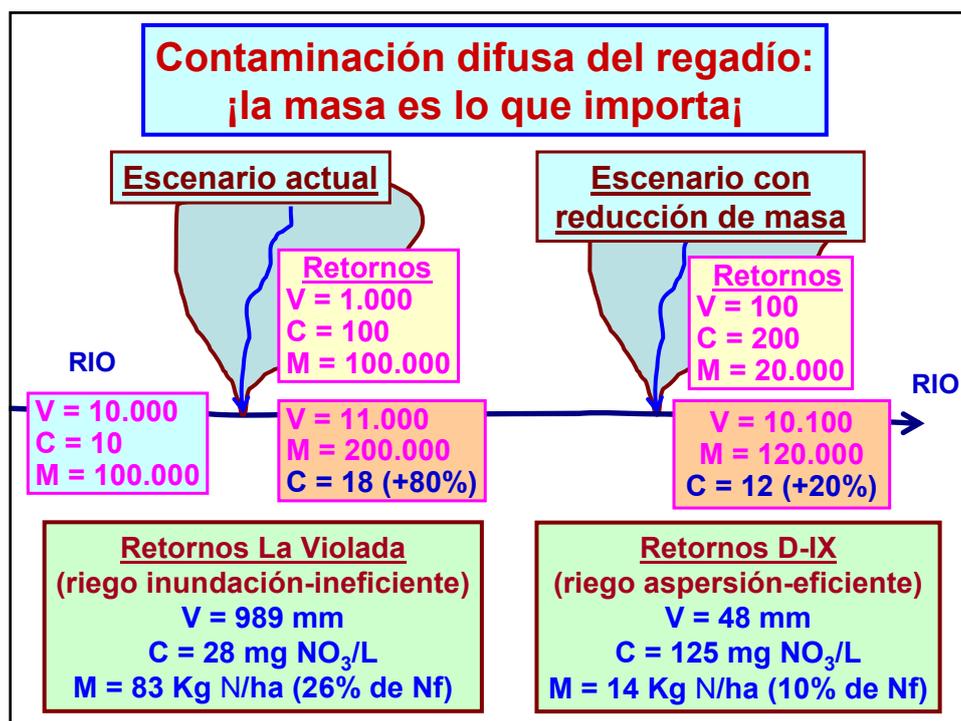
**Calidad del agua para ganado y aves de corral**

Substancia	Límite superior (mg/L)	Substancia	Límite superior (mg/L)
Arsénico	0.025	Nitrato	50
Boro	5.0	Nitrito	10
Cadmio	0.05	Plomo	0.1
Cromo	0.05	Selenio	0.05
Cobre	0.5	Uranio	0.2
Mercurio	0.01	Vanadio	0.1
Molibdeno	0.5	Zinc	24
Niquel	1.0		

### Calidad del agua para consumo humano

Substancia	Límite superior (mg/L)	Substancia	Límite superior (mg/L)
Arsénico	0.01	Niquel	0.02
Boro	0.5	Nitrato	50
Cadmio	0.003	Nitrito	3
Cromo	0.05	Plomo	0.01
Cobre	2	Selenio	0.01
Manganeso	0.5	Uranio	0.002
Mercurio	0.001	Nitrato	50
Molibdeno	0.07		

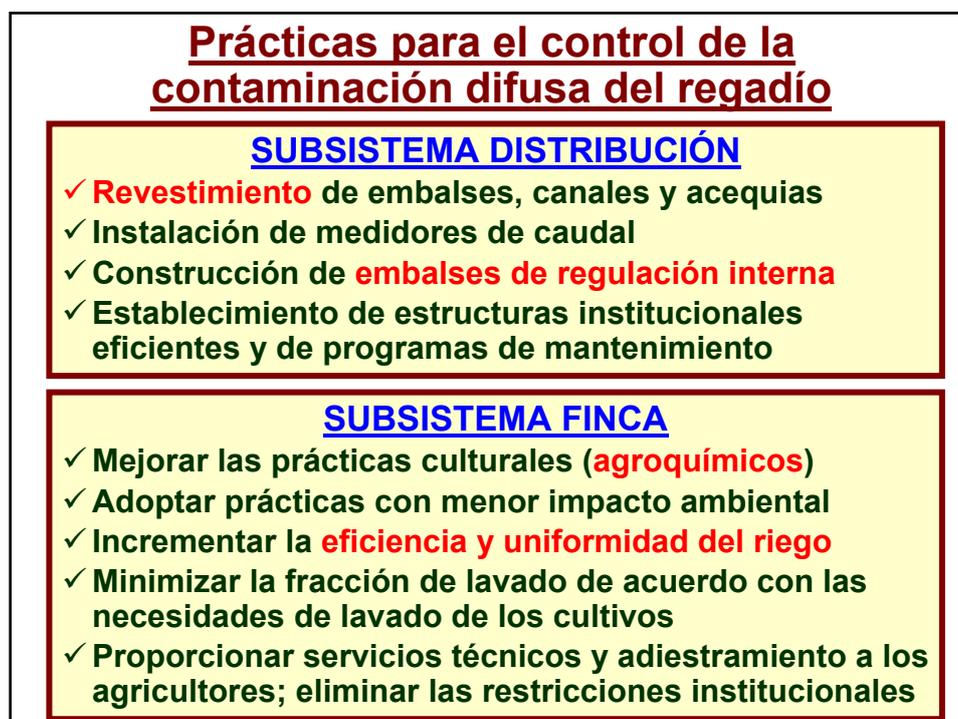
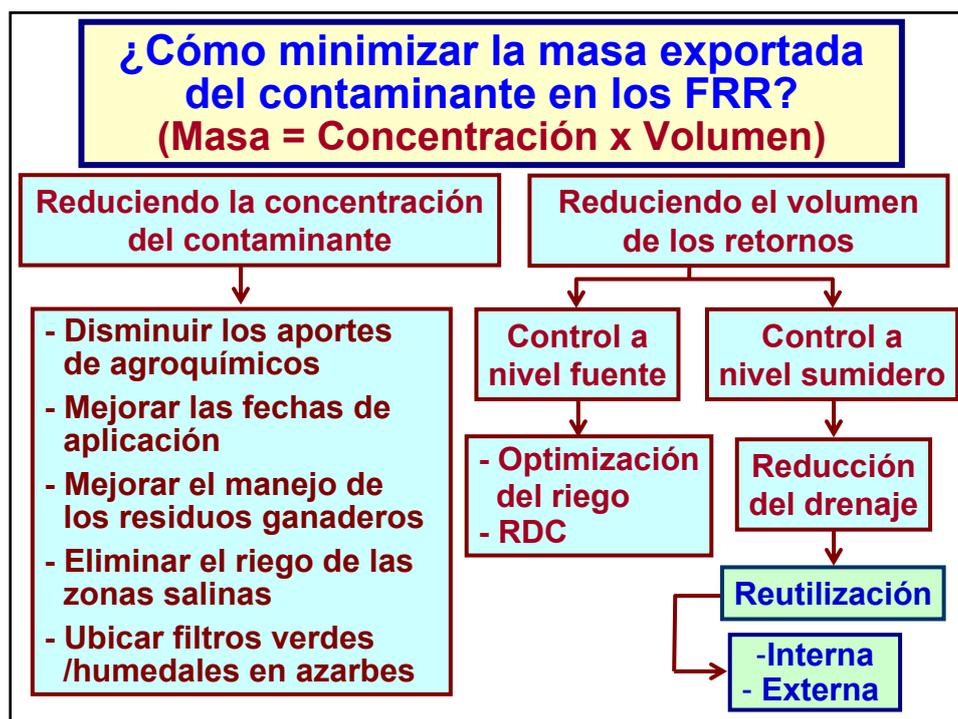
- **Conclusión: la concentración de los contaminantes es la que determina la aptitud de un agua para sus distintos usos.**
- **La masa del contaminante en el agua es la que determina la concentración del contaminante en un agua receptora de la misma.**
- **Es decir, la masa del contaminante en los retornos de riego es la que determina la concentración del contaminante en las aguas receptoras de los retornos.**
- **Por lo tanto, a la hora de establecer la contaminación difusa del regadío, la masa (no la concentración) de los contaminantes en los retornos de riego es la variable analítica fundamental: ¡la masa es lo que importa!**



**Plan de Choque de Modernización  
de Regadíos (MARM, 2006):  
¿cómo afecta a la calidad de las aguas?**

**La calidad de las aguas mejora en la Cuenca:**

- 1- Porque aumenta en los ríos el volumen de agua de buena calidad no detraída para el riego.
- 2- Porque se reduce el volumen de los retornos de riego.
- 3- Porque disminuye la masa de contaminantes exportados en los retornos de riego... aunque aumenta su concentración.



## **Prácticas para el control de la contaminación difusa del regadío**

### **SUBSISTEMA DESAGÜE**

- ✓ Restringir la evacuación de los FRR para cumplir con los objetivos de calidad en las aguas receptoras
- ✓ **Reutilizar** para el riego las aguas de drenaje y las aguas residuales; manejo integrado del drenaje a nivel finca
- ✓ **Diseño y manejo del drenaje.**
- ✓ Bombeo y evacuación de las aguas subterráneas para reducir su interceptación por el sistema de drenaje.
- ✓ Flujo de las aguas de drenaje a través de **filtros verdes y humedales.**
- ✓ Tratamientos físicos, químicos y biológicos de las aguas de drenaje
- ✓ Evacuación de las aguas de drenaje al océano, tierra adentro (embalses evaporación) y atmósfera.