

## SEMINARIO

# Síntesis de resultados de los Convenios CHE-CITA: La Red de Control de Calidad Ambiental de Regadíos en la Cuenca del Ebro

**Metodología desarrollada para la realización de  
balances de masas a nivel de cuenca hidrográfica**

**Maria Balcells**

**Unidad de Suelos y Riegos (Unidad Asociada EEAD-CSIC)**

**CITA-DGA**

**Zaragoza**

# TRABAJOS REALIZADOS EN LOS CONVENIOS 2004-2010

	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		
	EnR	ER	EnR	ER	EnR	ER	EnR	ER	EnR	ER	EnR	ER	EnR	ER	
Lerma	SM	SM	SM	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Arba	--	SM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	SM	SM	--	--
Violada	--	--	--	SM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM
Alcanadre	--	--	--	--	--	--	--	SM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM	ByM
Clamor Amarga	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	SM	ByM	ByM	
Valcuerna	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	SM	ByM	ByM	

**SM:** Solo masas

**ByM:** Balance y masas

[www.chebro.es](http://www.chebro.es) (Cuenca/Estudios/Agronómicos)

# INTRODUCCIÓN

¿**Quién** participa en el grupo de trabajo?

- **Aragüés R., Dechmi F., Isidoro D., Quilez D.**
- **Balcells M., Clavería I.**
- **Personal de laboratorio de la USyR**
- **Personal de campo de la USyR**

Arba, Violada, Alcañadre, Clamor Amarga y Valcuerna

¿**Cómo** distribuimos el trabajo?

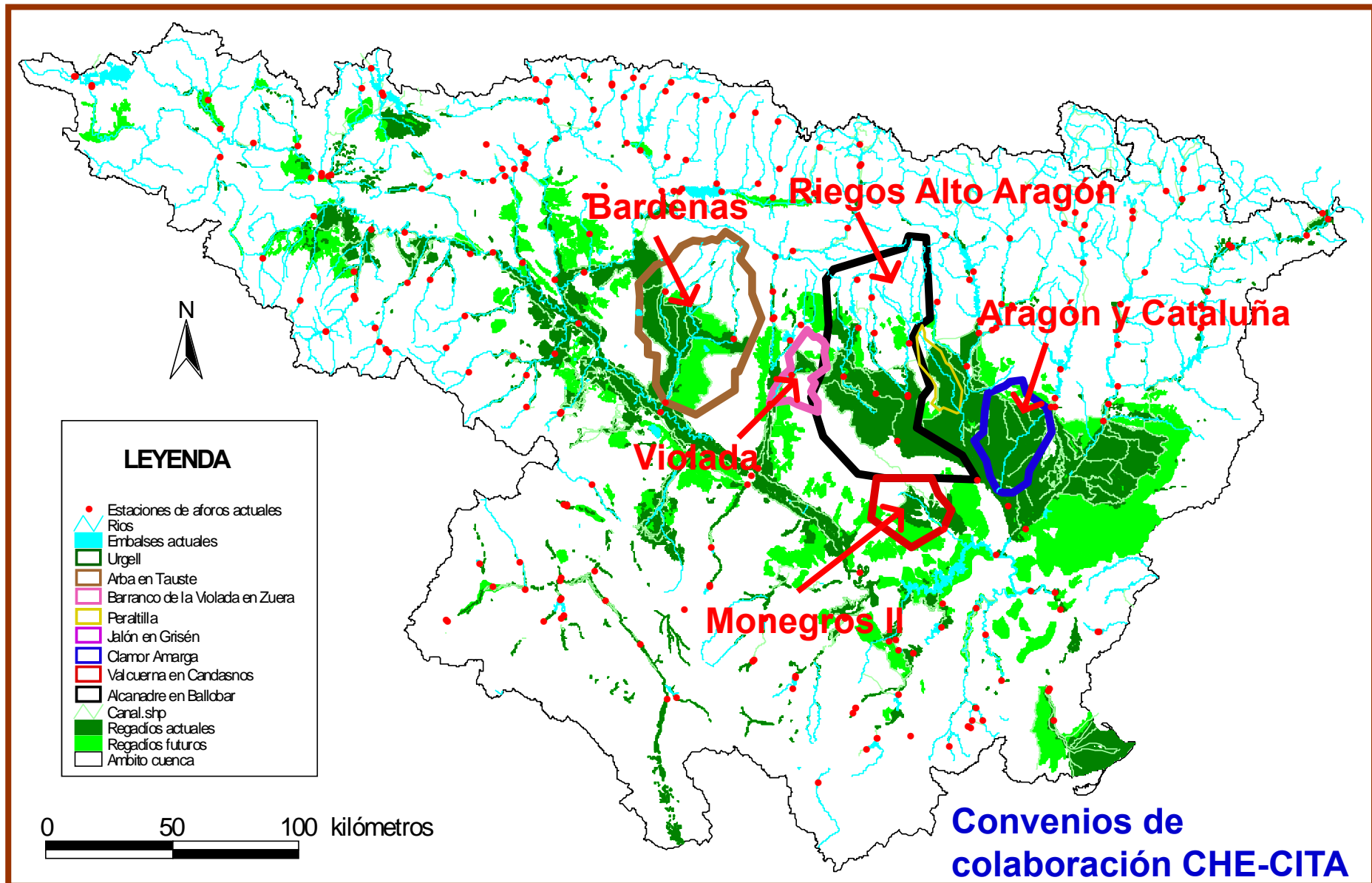
**Campo** (muestreos y encuestas)

**Laboratorio** (CE, NO<sub>3</sub>, bicarbonatos y RS, iones ppls)

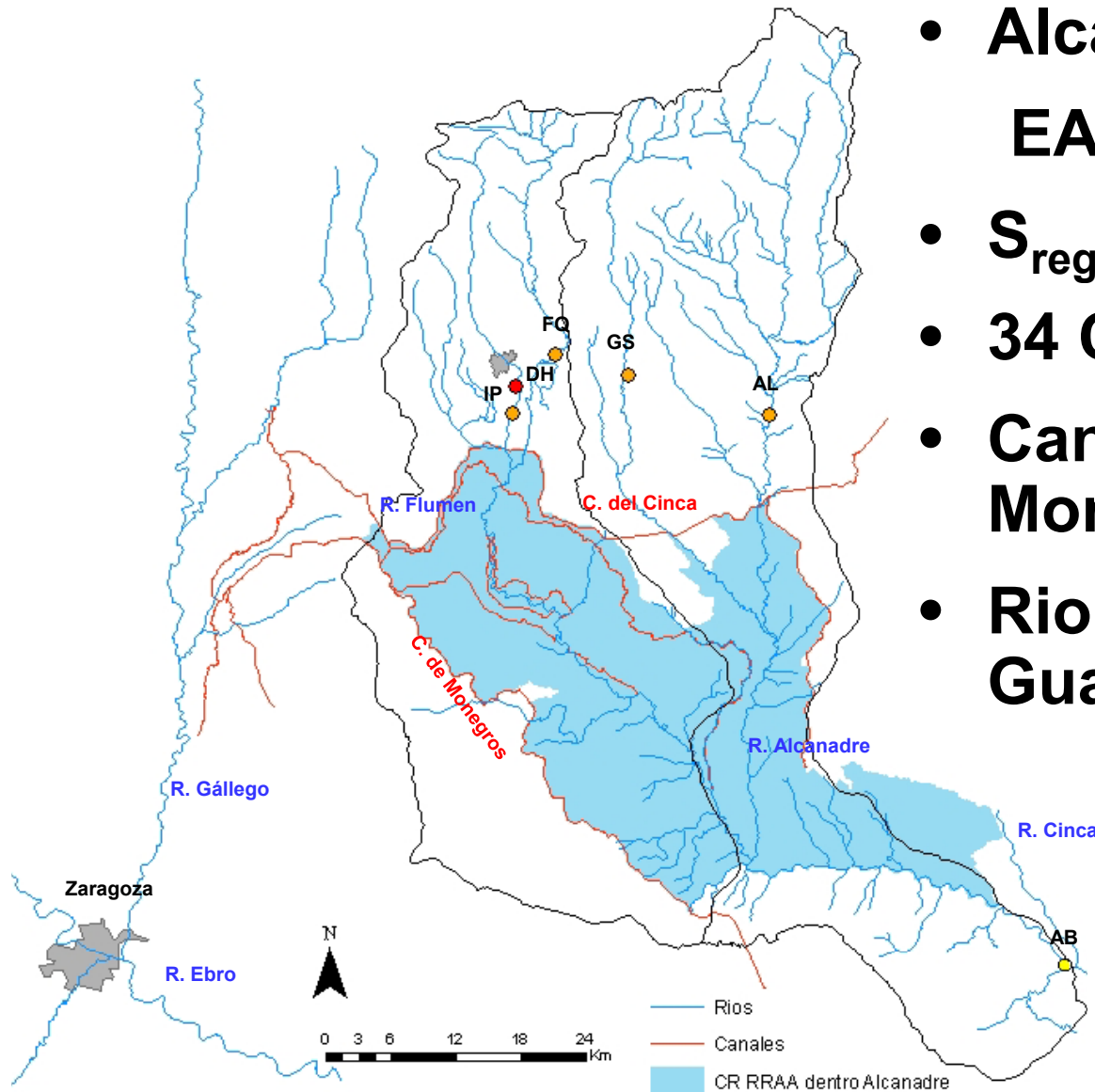
**Ordenador** (recopilación y procesado de datos)

# RECOREBRO:

Sup. total = 708.306 ha; Sup. regable = 184.526 ha

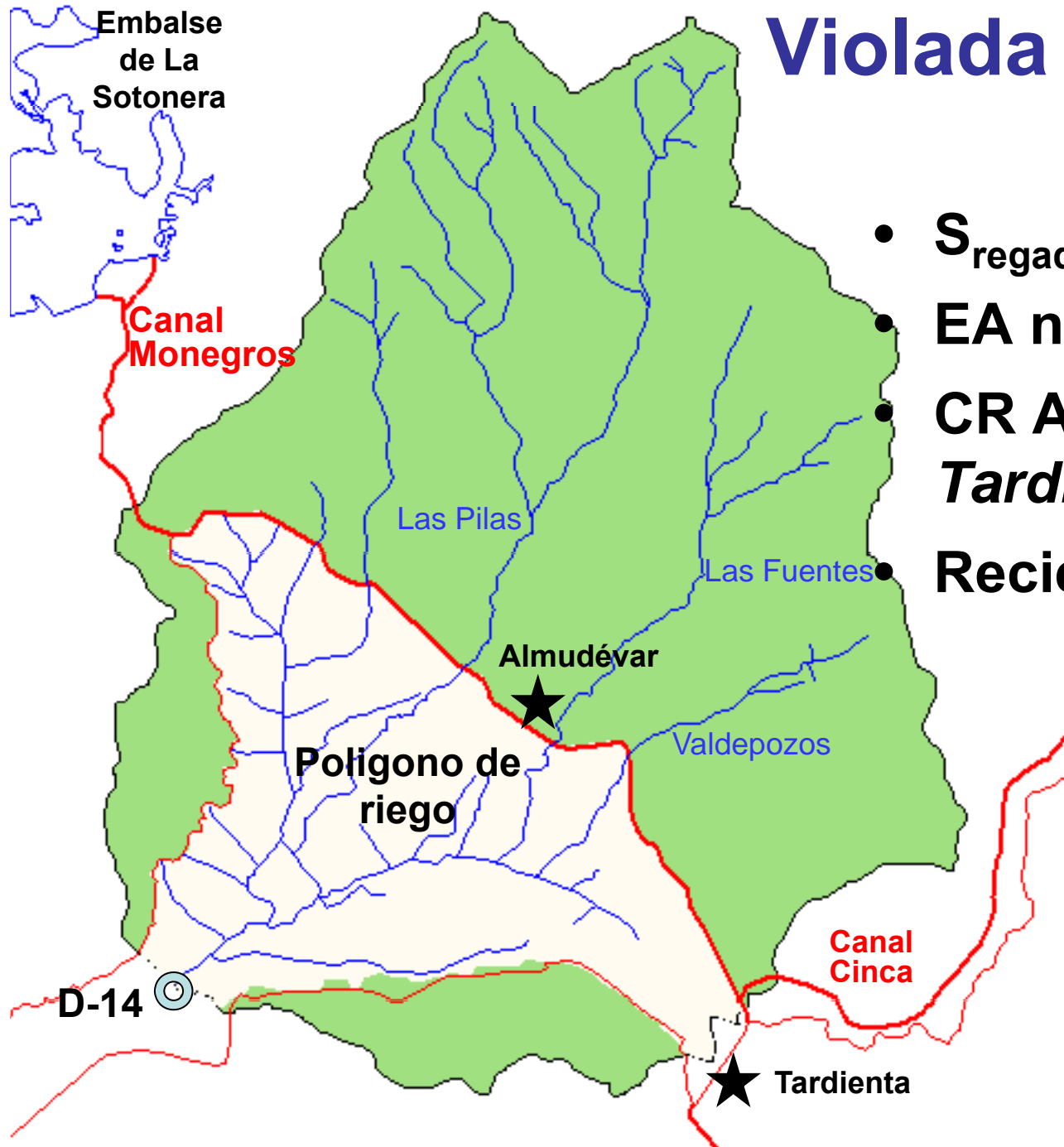


# Alcanadre en Ballobar



- Alcanadre → 69% RRAA  
EA nº 193 red CEMAS
- $S_{\text{regada}}$  (2010) = 63.514 ha
- 34 CR
- Canal del Cinca, Monegros y Pertusa
- Rio Isuela, Flumen, Guatizalema y Alcanadre

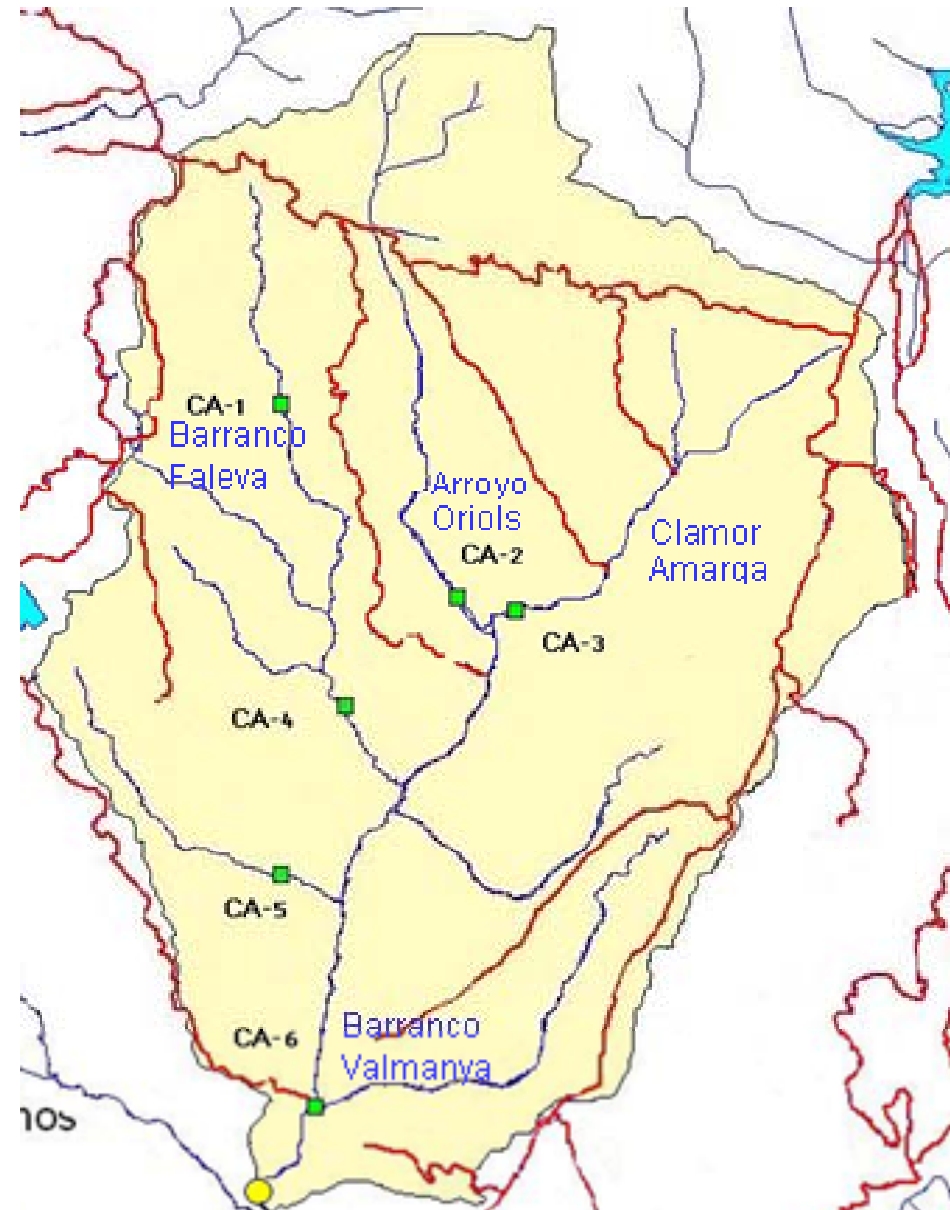
# Violada en la Pardina



- $S_{\text{regada}}$  (2010) = 4.072 ha
- EA nº 230 red CEMAS
- CR Almudévar, *Tardienta y Gurrea*
- Reciente modernización

# Clamor Amarga en Zaidín

- Aragón y Cataluña
- $S_{\text{regada}}$  (2010)=50.718 ha
- CAyC y de Zaidín
- EA nº 225 red CEMAS



# Valcuerna en Candanos



$S_{\text{regada}}(2010) = 7.021 \text{ ha}$

EA nº 231 red CEMAS

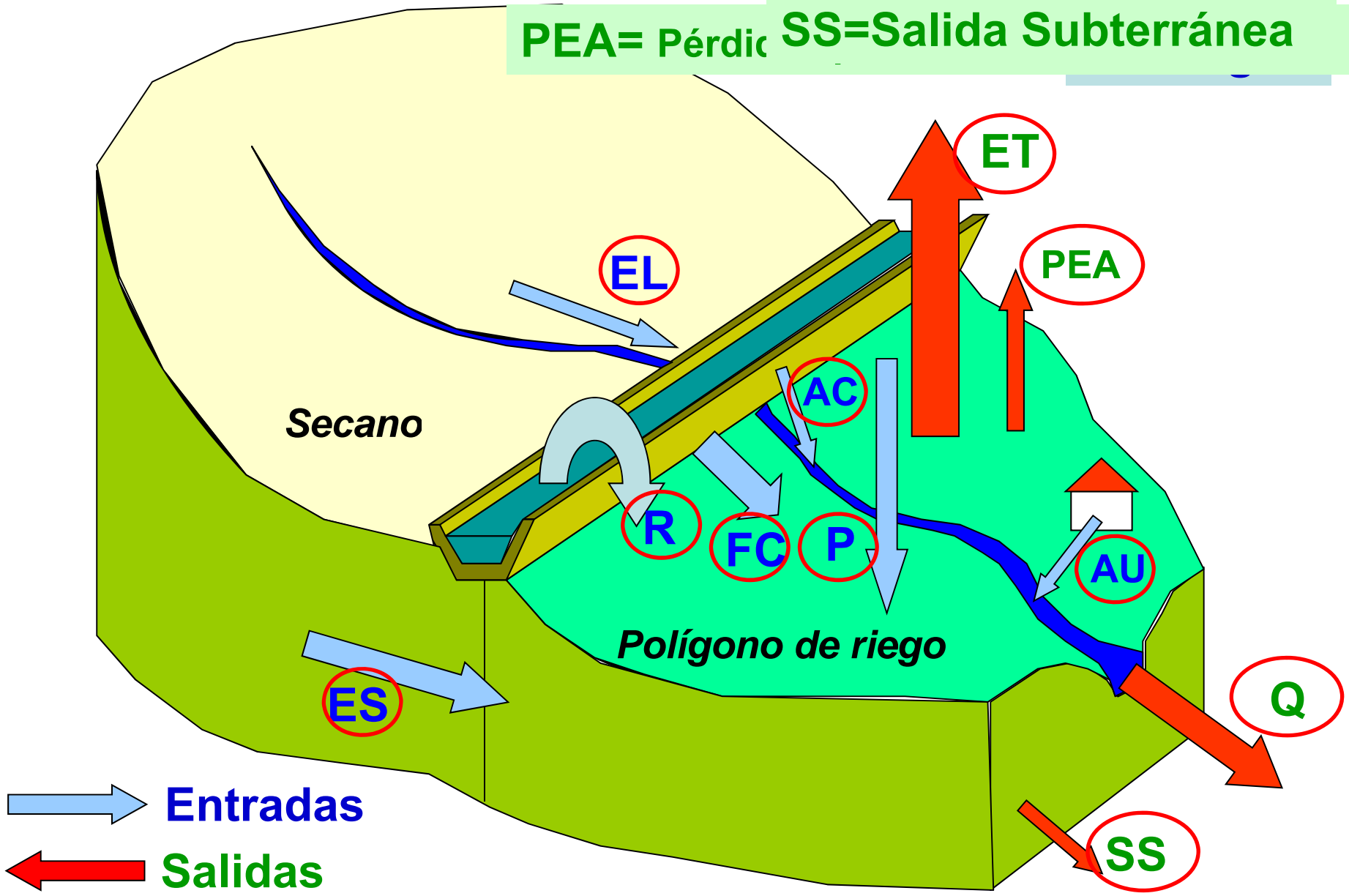
CR Montesnegros,  
Candanos y San  
Miguel

Canal de Monegros y  
acequia de Sástago



# BALANCES DE MASAS (AGUA, SALES, NITRÓGENO)

PEA= Pérdida SS=Salida Subterránea



# BALANCES DE MASAS (AGUA, SALES, NITRÓGENO)

## ECUACIÓN GENERAL DEL BALANCE DE AGUA

$$\Delta W = R + P + ES + EL + AC + AU + FC - (ET + Q + PEA + S)$$

ENTRADAS

SALIDAS

→ Entradas

← Salidas

# ¿Cómo determinamos las entradas?

## ENTRADAS

	R	P	EL	ES	AU	AC	FC
VIOLADA	m	m	e	e	m	m	e
ALCANADRE	m	m	m	--	m+e	m	--
CLAMOR AMARGA	m	m	--	--	m+e	--	--
VALCUERNA	m	m	e	--	m	m	--

**R** = Piezas Físicas Subterráneas Filtraciones  
**P** = Precipitación y Aguas Apoyadas Canal  
**EL** = Estación de Aforos y  
**ES** = Separación  
**AU** = Of. CHE Hu y Mzn  
**AC** = SAIH  
**FC** = SAIH

**m** = medido  
**e** = estimado

**e** → Separación  
**e** → Of. CHE Hu y Mzn  
 hidrograma

## ¿Cómo determinamos las salidas?

	SALIDAS		
	ET <sub>r</sub>	PEA	Q
VIOLADA	C	C	m
ALCANADRE	C	C	m
CLAMOR AMARGA	C	C	m
VALCUERNA	C	C	m

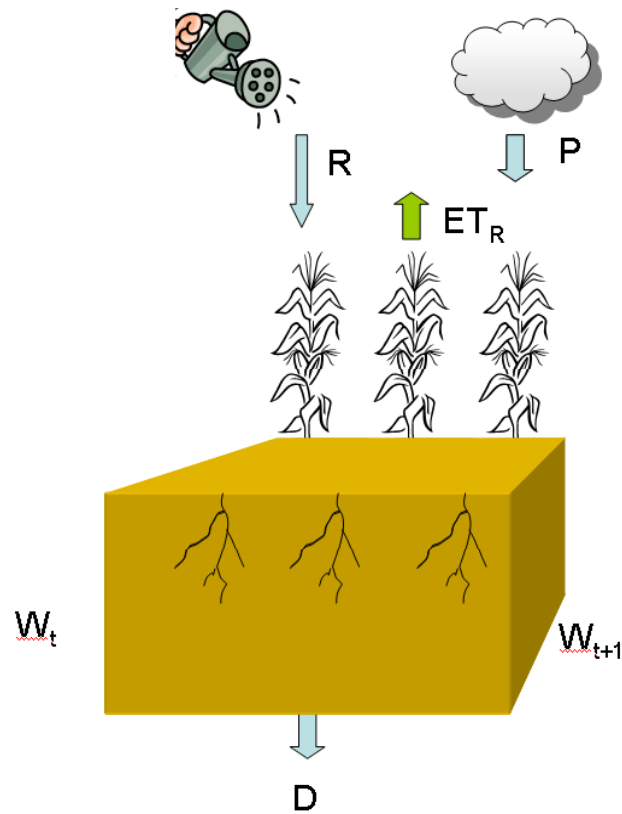
$$Q^* = Q - \text{Otras entradas} = \text{Flujos de Retorno de Riego}$$

m= medido

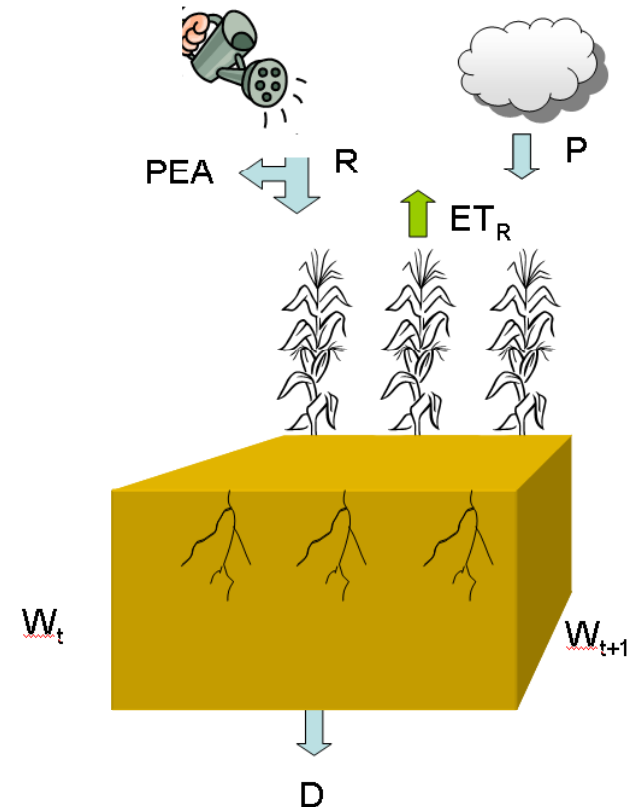
**OBJETIVO PRINCIPAL:** asignar al regadío la contaminación que le corresponde

# ET<sub>r</sub> y PEA: Balance de agua en el suelo

- $ET_c = ET_0 \cdot K_c =$  máxima evapotranspiración del cultivo.
- $ET_r =$  evapotranspiración real del cultivo, menor que la  $ET_c$  porque viene afectada por estreses bióticos y abióticos.
- $ET_r$  ajustada por posibles déficits de agua en el suelo.



Riego por inundación



Riego por aspersión

# BALANCE DE SALES

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \cdot \text{Concentración}$$

Regresión entre CE (dS)

	R	P	EL
VIOLADA	m	m	e
ALCANADRE	m	m	m
CLAMOR AMARGA	m	m	--
VALCUERNA	m	m	e



R P Riego EL = Entradas de agua subterráneas Canal

Muestreo y análisis Muestreo y análisis

CHE Muestreo y análisis CHE FC = Filtraciones Canales

Muestreo y análisis CHE

m = medido

e = estimado

b = bibliografía

CHE Muestreo y análisis CHE

# BALANCE DE SALES

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \cdot \text{Concentración}$$



Diario → ISCO 3700

SALIDAS

VIOLADA  
ALCANADRE  
CLAMOR AMAR  
VALCUERNA

Q  
m  
m  
m  
m

Muestreo y  
análisis CITA

m= medido

# BALANCE DE NITRÓGENO

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \cdot \text{Concentración}$$

## CONCENTRACIONES ENTRADAS

	R	P	EL	ES	AU	AC	FC	Fertilización	FS
VIOLADA	m	m	e	m	m	m	m	<i>Encuestas</i>	e
ALCANADRE	m	m	m	--	m	m	--		e
CLAMOR AMARGA	m	m	--	--	m	--	--		e
VALCUERNA	m	m	e	--	m	m	--		e

R = Riego, AC = Aportes Canales y FC = Filtraciones Canales  
 P = Precipitación, EL = Erosión, ES = Efectos Simbióticos

MISMAS ENTRADAS EXCEPTO S = Fijación simbiótica

m = Muestreo y análisis, e = Encuestas a agricultores y cooperativas de la zona  
 Muestreo y análisis, análisis CHE

m = medido  
 e = estimado

e = estimando

NC, NF y S<sub>alfalfa</sub>



# BALANCE DE NITRÓGENO

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \cdot \text{Concentración}$$



VIOLADA  
ALCANADRE  
CLAMOR AMARGA  
VALCUERNA

**MISMAS SALIDAS EXCEPTO →**

Extracción y análisis  
cultivos CITA

Encuestas a agricultores  
y cooperativas de la zona

*(225 encuestas en 2010)*

## CULTIVO DE MAÍZ

Campaña agrícola: .....

**Superficie (ha)**

Sembrada sobre MAÍZ u otros

Sembrada sobre ALFALFA

Datos del cultivo

Fecha de siembra	<input type="text"/>
Tratamiento de la semilla	<input type="text"/>
Fecha de cosecha (prevista)/maíz seco	<input type="text"/>
Rendimiento <i>SECO</i> aproximado (Tm/ha)	<input type="text"/>
¿Qué hará con los residuos? (quemar, enterrar...)	<input type="text"/>
Tipo de riego (aspersión, inundación...)	<input type="text"/>

Aplicaciones de plaguicidas y herbicidas

Fecha	Producto	Dosis (Litros/ha)	Observaciones

Aplicaciones de fertilizantes (cultivo anterior de maíz)

Abonado	Fecha	Sólido o líquido	Tipo de abono	Dosis (kg/ha)	Observaciones
Presiembra					
1ª cobertera					
2ª cobertera					
3ª cobertera					

Si el cultivo anterior fue alfalfa, ¿aplicó un abonado diferente? SÍ  NO

**Si el abonado fue diferente especifique las aplicaciones de fertilizantes**

Abonado	Fecha	Sólido o líquido	Tipo de abono	Dosis (kg/ha)	Observaciones
Presiembra					
1ª cobertera					
2ª cobertera					
3ª cobertera					

Aplicación de estiércol o purín (señalar si es sobre cultivo anterior de alfalfa o maíz)

¿Ha aplicado estiércol este año en la parcela? SÍ  NO

Si ha aplicado estiércol, rellene la tabla siguiente, por favor

Fecha	Cantidad (Tm/ha)	Tipo de estiércol (vacuno, ovino, gallinaza, etc.)

¿Ha aplicado purín este año en la parcela? SÍ  NO

Si ha aplicado purín, rellene la tabla siguiente, por favor

Fecha	Cantidad (m³/ha)

Riegos

¿Ha aplicado riego de huebra? SÍ  NO

En caso de que sí:      ¿Cuántos riegos?      Fecha (o fechas)      Volumen en cada riego (m³/ha)

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

Para el resto de los riegos:

Fecha del primer riego	<input type="text"/>
Fecha del último riego	<input type="text"/>
¿Cuántos riegos ha aplicado al maíz? (después de la siembra)	<input type="text"/>
Número de días entre dos riegos	<input type="text"/>
Volumen en cada riego (m³/ha)	<input type="text"/>

# INDICADORES DE CALIDAD

**A partir del balance de masas se definen indicadores de:**

- Calidad del riego**
- Contaminación sales**
- Contaminación nitrógeno**

# Indicadores de calidad del riego

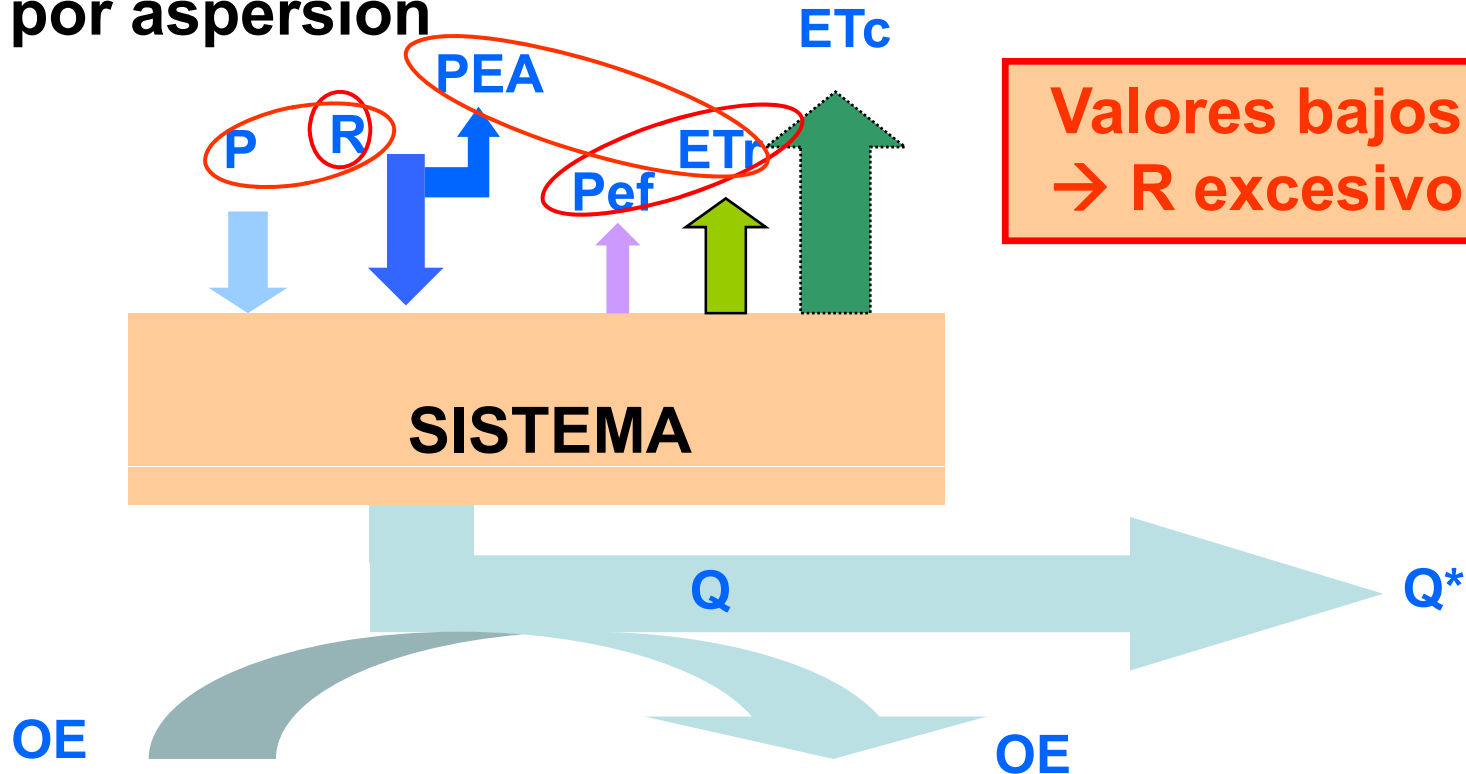
Eficiencia de Riego  
Fracción de las entradas totales de agua que es evapotranspirada por los cultivos más las pérdidas por evaporación y arrastre en riego por aspersión

$$E_f R = 100 \frac{ET_r + P_{ef}}{R}$$

## Fracción Consuntiva

Fracción de las entradas totales de agua que es evapotranspirada por los cultivos

$$FC = 100 \frac{ET_r + PEA}{R + P}$$



# Indicadores de calidad del riego

## Fracción de Drenaje

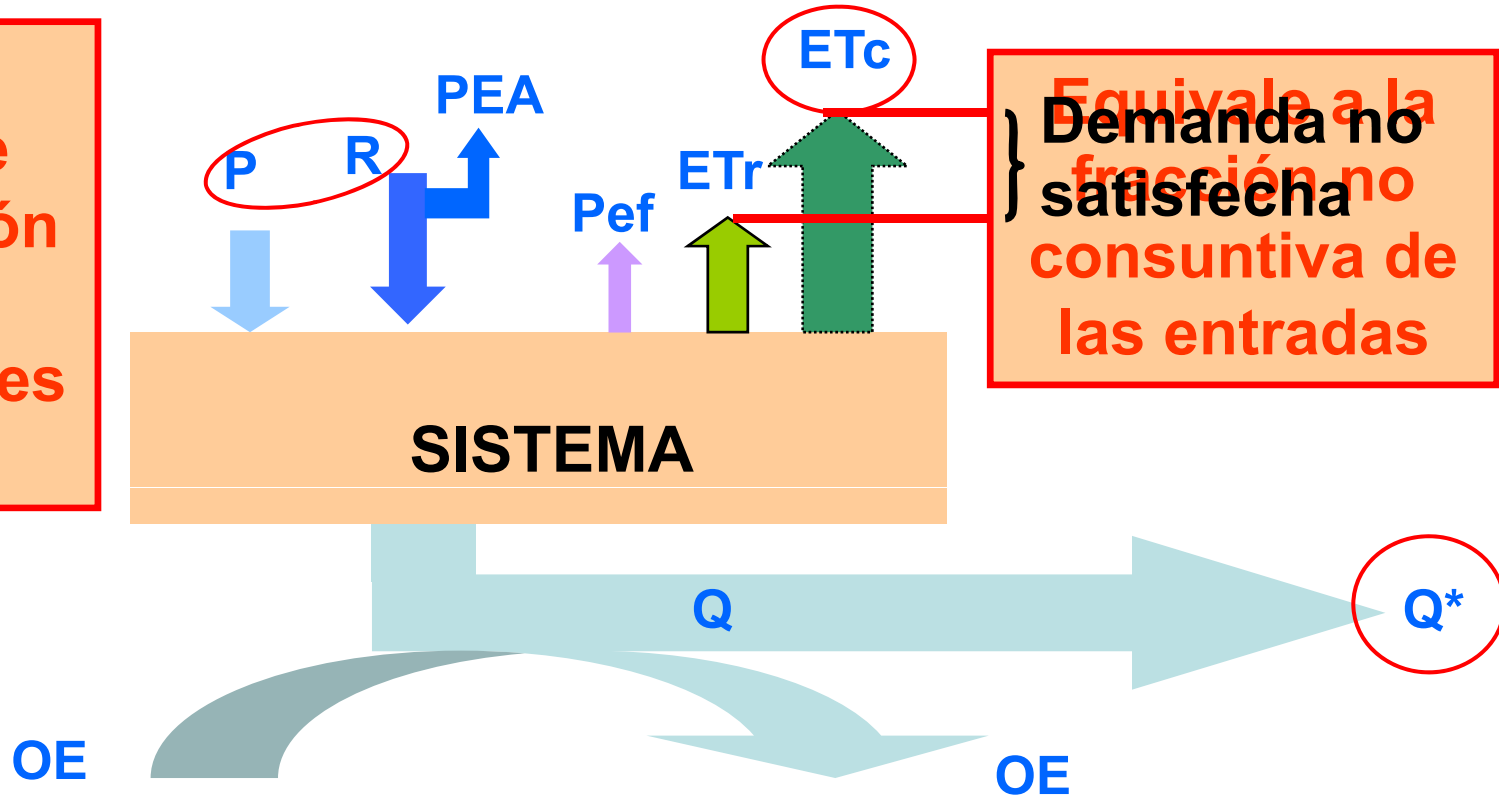
Fracción de la demanda consuntiva  $Q$  de los cultivos no satisfecha

## Déficit Hídrico

Fracción de las entradas totales de agua (P + R) exportada al retorno  $Q$

$$DH = 100 \frac{ETc - ETr}{ETc}$$

Indica el grado de satisfacción de las necesidades hídricas



Equivalente a la demanda no satisfecha consuntiva de las entradas

# Indicadores de contaminación por sales y N

Los indicadores más relevantes son:

la masa unitaria de sales exportada con los flujos de retorno de riego

$$MSu = \frac{SQ^* \text{ (Mg)}}{S_{\text{regada}} \text{ (ha)}}$$

la masa unitaria de N exportada con los flujos de retorno de riego

$$MNu = \frac{NQ^* \text{ (kg)}}{S_{\text{regada}} \text{ (ha)}}$$

permite comparar las exportaciones netas de la zona regable entre distintas cuencas

