

LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE REGADÍOS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGADÍOS CAMINOS NATURALES E INFRAESTRUCTURAS RURALES



#FormaciónRegadíos

Madrid 22 Abril 2021

CREACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA BIODIVERSIDAD DE CUENCAS AGRÍCOLAS

Francisco A. Comín*

Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC
Zaragoza//Jaca, Huesca



Guión:

La idea y los fundamentos científico-técnicos
Saber que hacer
Hacerlo
Comprobarlo
Enseñarlo
Resumen y conclusiones

* 2017 John Rieger Award de la Society for Ecological Restoration

Miembro del Comité Directivo de la International Sustainable Development Research Society

Socios:



Fundación para la
Promoción de la
Juventud y el Deporte
Comarca de Los
Monegros

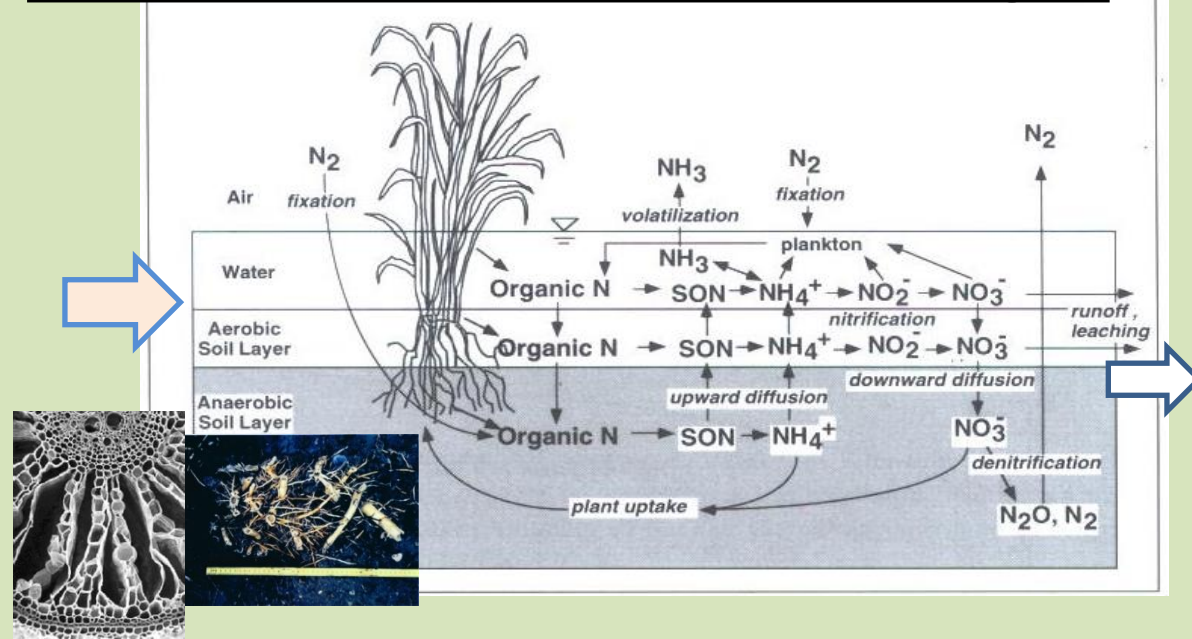
Instituto de
Estudios e
Investigación de
Los Monegros



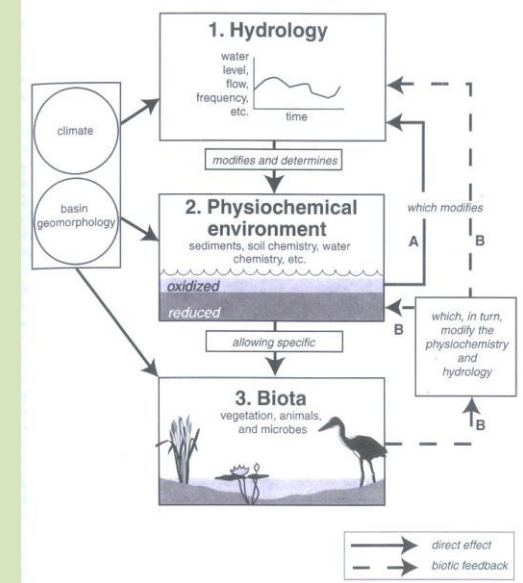
La idea y los fundamentos científico-técnicos

Humedales: *Gracias a su estructura y funciones ecológicas:*

Los ciclos de los nutrientes: el ciclo del Nitrógeno



Cambian a lo largo del tiempo



Necesitan espacio

Nos proveen servicios (beneficios) ambientales

- Ocupan el **3% del área terrestre de la Tierra** / **Acumulan el 25% del carbono total terrestre**
- Son ecosistemas ricos en **biodiversidad** y excelentes **reguladores de contaminantes**.

La idea y los fundamentos científico-técnicos

Objetivos de la CREACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES PARA

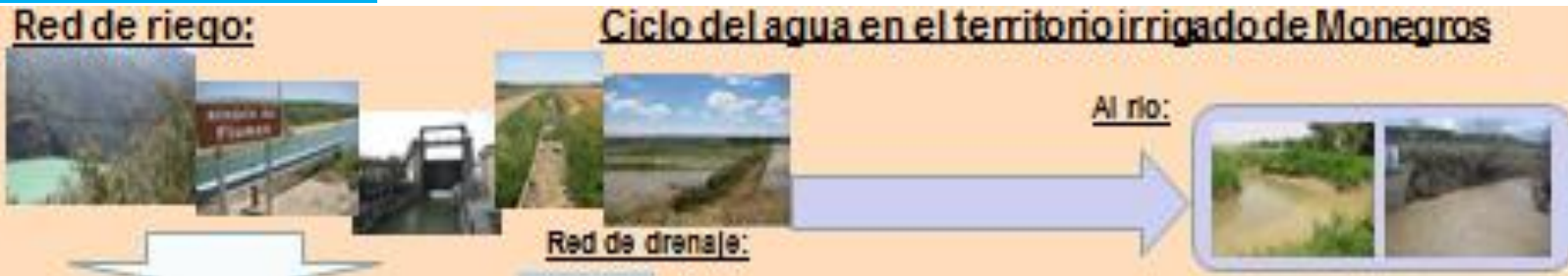
LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA BIODIVERSIDAD DE CUENCAS AGRÍCOLAS

- Demostrar el potencial de restaurar y crear humedales para mejorar la calidad del agua excedente del riego en cuencas agrícolas.
- Demostrar que la restauración de humedales contribuye a mejorar la biodiversidad y la diversidad del paisaje.
- Demostrar que las autoridades locales pueden contribuir eficazmente a la mejora y gestión del medio ambiente.



Restaurar humedales para retener y eliminar sólidos en suspensión y nitratos

De la situación original:



A la solución CREAMAgua:



2 tipos de humedales de cuenca:

en el arroyo

fuera del arroyo

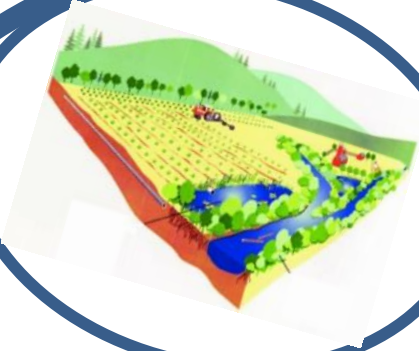


Restaurar bosques de ribera



La idea y los fundamentos científico-técnicos

¿Cómo tiene que estar distribuidos por el territorio para que cumplan sus funciones y nos provean servicios ambientales ?



Diferentes tipos de humedales y sistemas naturales, más o menos conectados entre si, constituyen la infraestructura verde del territorio

Saber qué hacer

Area del proyecto



CREAMAGUA

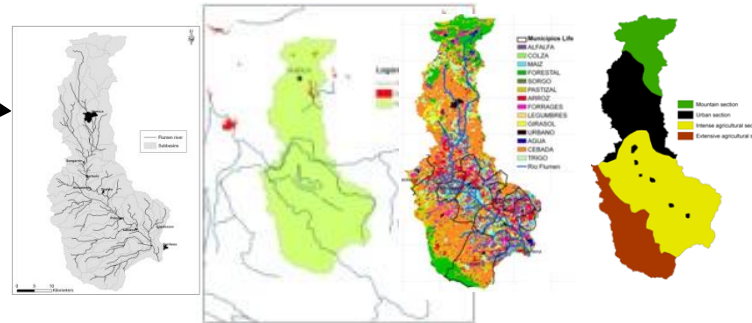
Cuenca Río Flumen

Área cuenca: 1431 km²
 Longitud río: 120 Km
 Clima: semiárido
 Lluvia: 150-400 mm/año
 EVT_{pot}: 1441 mm/año
 Habitantes: 65,000 (incluyendo Huesca ciudad)
 Río Flumen O: 6 m³/s
 Intensamente regulado

Cuenca del Ebro (NE Spain)



Cuenca del Flumen



Cronograma CREAMAGUA

		2011				2012				2013				2014				Presupuesto €
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ACCIÓN P <i>Saber que hacer</i>	REDACCIÓN DE PROYECTOS				■													
	PERMISOS				■													
	PLANES DE SEGUIMIENTO				■													
ACCIÓN I <i>Hacerlo</i>	OBRAS DE CREACIÓN DE HUMEDALES				■	■	■	■	■									
	RECUPERACIÓN DE RIBERAS				■	■	■	■	■									
	MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS									■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANÁLISIS DE DATOS				■				■					■				■
ACCIÓN C <i>Enseñarlo</i>	INFORMACIÓN, DELIBERACIÓN Y DIFUSIÓN (página web, seminarios, jornadas, talleres, congreso, intercambios, manuales técnicos, etc...)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ACCIÓN M <i>Comprobar lo que se ha hecho</i>	COORDINACIÓN, ADMINISTRACIÓN, SEGUIMIENTO									■	■	■	■	■	■	■	■	
		TOTAL																1.843.036

Socios:

Colaboran:

Saber qué hacer 3 posibilidades según los Parámetros de dimensionamiento

Carga hidráulica t-Tiempo de residencia del agua para eliminar NO₃: 5-10 días

$$t = V : Q_{H_2O} = m^3 : m^3/dia = día ; V = t \cdot Q = A \cdot h ; h = \text{opcional, no } > 1 \text{ m}$$

Área requerida: $A = t \cdot Q/h; m^2 = dia \cdot (m^3/dia \cdot m) = m^2$

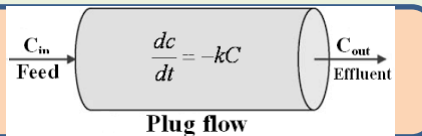
Carga contaminante Carga máxima de Nitratos aceptable q_i (7 g N-NO₃/m²-día)

Descarga Nitrato: $Q_{NO_3} = Q_{H_2O} \times C_{NO_3} = m^3/dia \times g/m^3 = g/d$ → Área = Descarga NO₃/Max^a carga aceptable
 Si Max^a Carga N/tiempo = 7 g /m²-día

Q_{NO_3} -Descarga compuesto i: Q_i g/año → **Requerimientos de Área:** $A = Q_i/q_i = \frac{g}{año} : \frac{g}{ha \cdot año} = ha$
 q_i -Capacidad absorción de compuesto i: g/ha•año

Modelo reactor

Humedal – reactor **biológico**



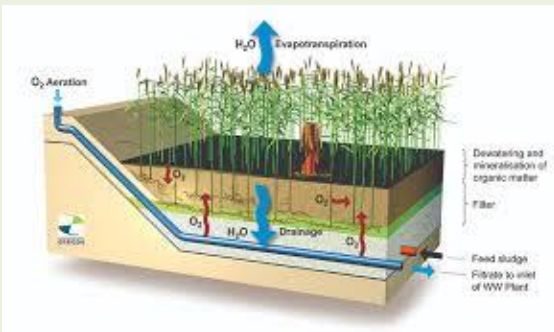
$C_{o,i}$: concentraciones outlet, inlet
 k_T : cte-first order areal reactive rate temperature dependent
 t: hydraulic residence time
 A_h : área de humedal ($A_h = L W$)
 D: depth
 Q: average hydraulic loading (m^3/d)
 ϵ : correction coefficient for porosity of the water column (0.75)
 $k_T = k_{20} 1.1^{(T-20)}$; $K_{20} = 0.0057 d^{-1}$

$$C_o = C_i e^{-k_T t}$$

$$t = V/Q = A_h d / Q$$

$$C_o = C_i e^{-(k_T) (A_h d \epsilon/Q)}$$

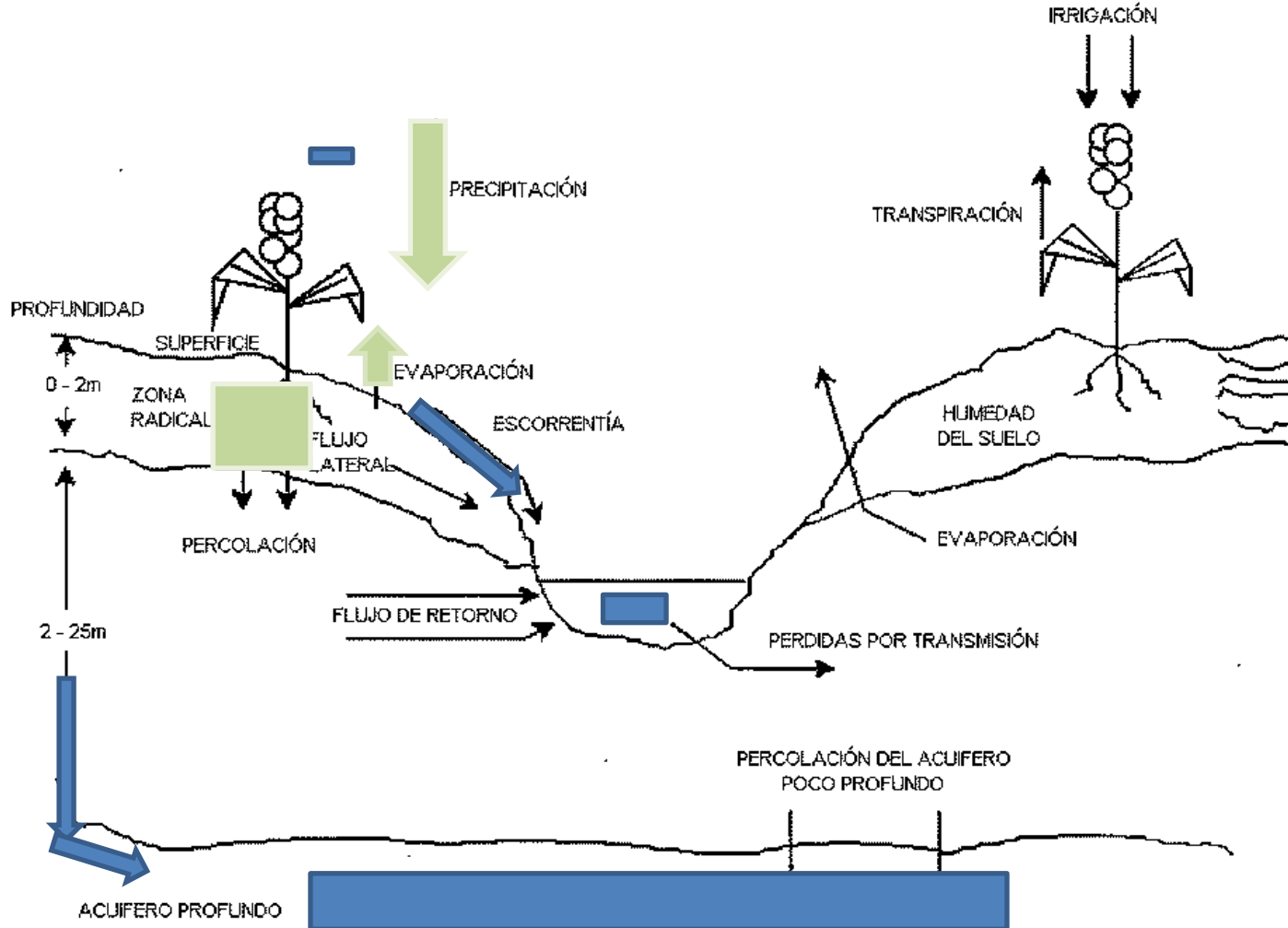
$$A = Q/k_T d \cdot \ln(C_i/C_o)$$



Saber qué hacer

El flujo del agua en zonas agrícolas

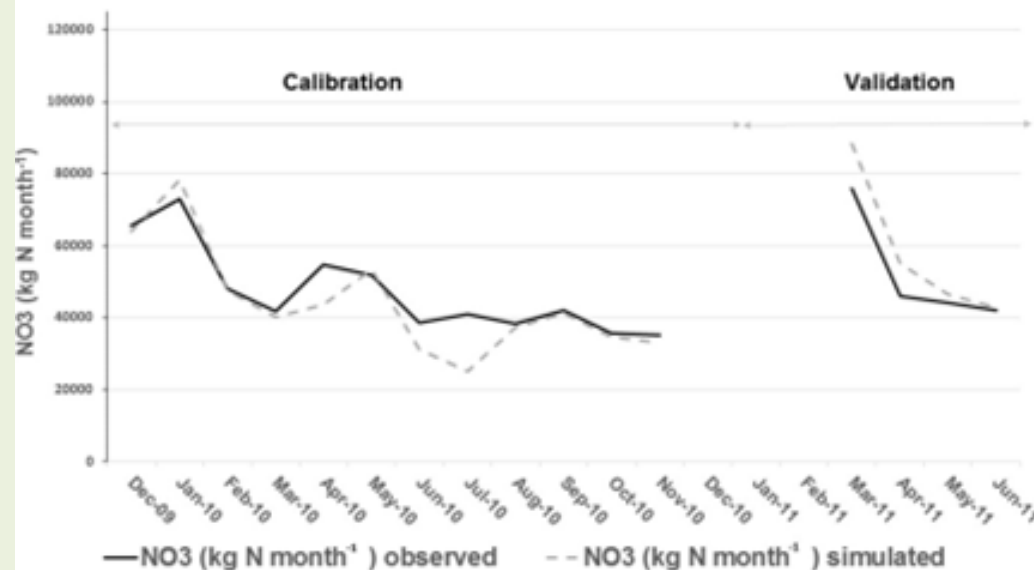
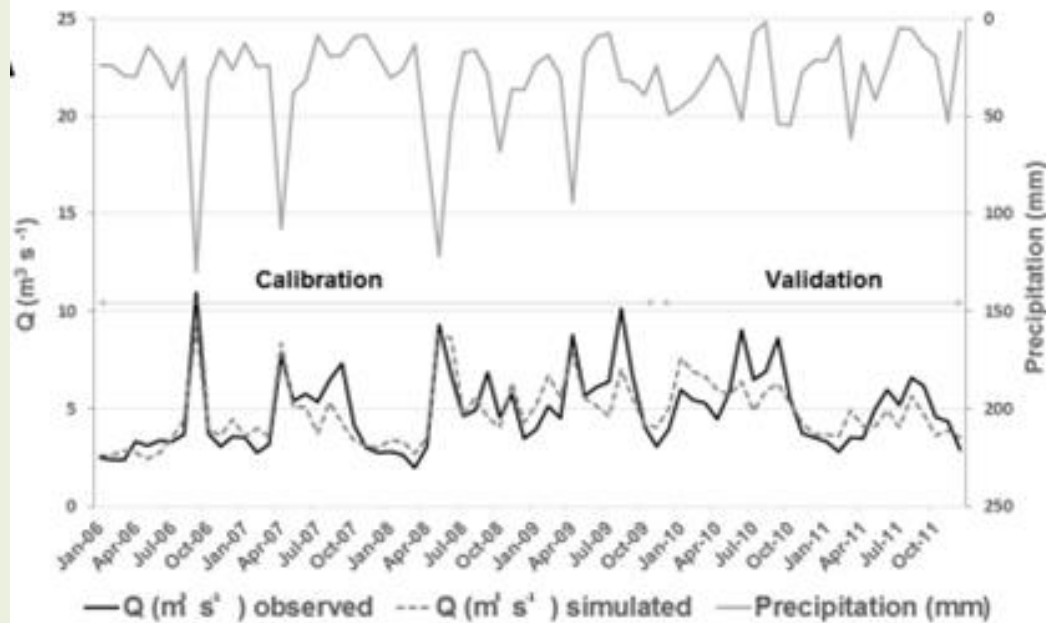
SWAT-The Soil and Water Assessment Tool 2009 SWAT is a river basin scale model developed to quantify the impact of land management practices in large, complex watersheds.



Saber qué hacer

Modelización (SWAT) de los flujos de agua y nitratos en la cuenca del Flumen

(Sorando *et al.* 2019. STOTEN 659:1293-1306)

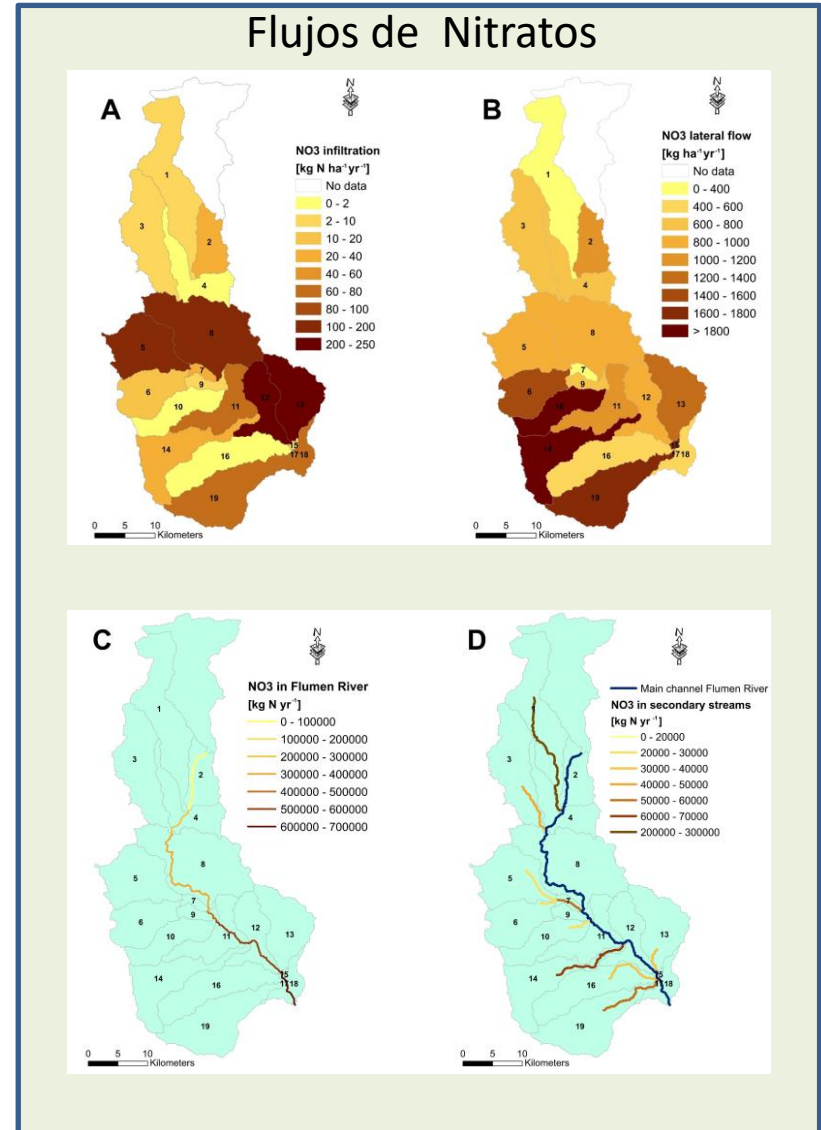
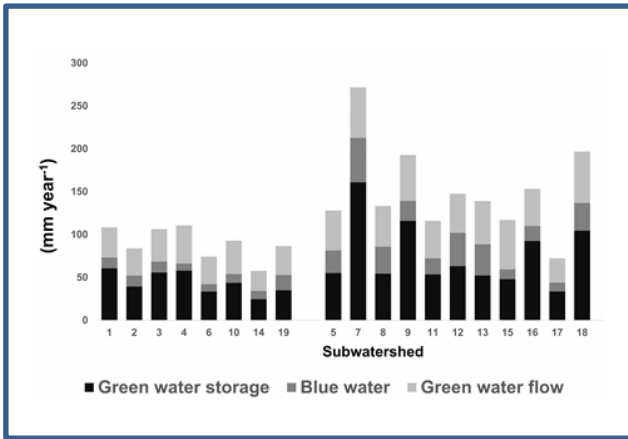


La simulación requiere disponer de una serie de datos larga tomados con frecuencia.

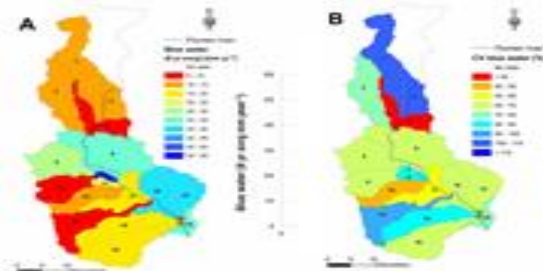
El modelo utilizado se debe calibrar, ajustar los valores de los parámetros, y validar los resultados obtenidos.

Simulaciones de flujos de agua y nitratos en la cuenca del Flumen

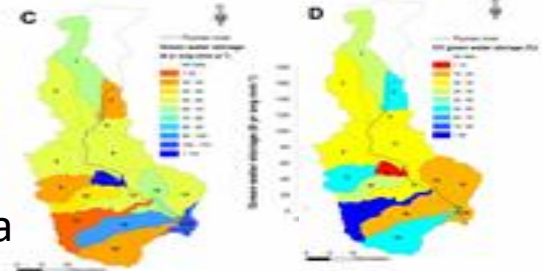
(Sorando *et al.* 2019)



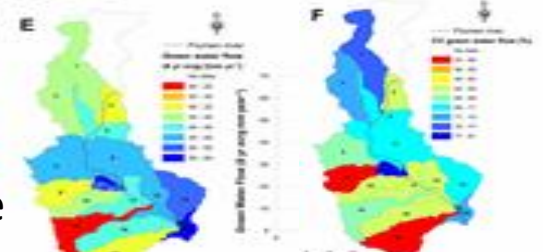
Agua Azul



Agua Verde almacenada



Flujo Agua verde



Media anual Coef. variación

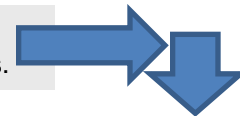
Saber qué hacer

CREMAAGUA

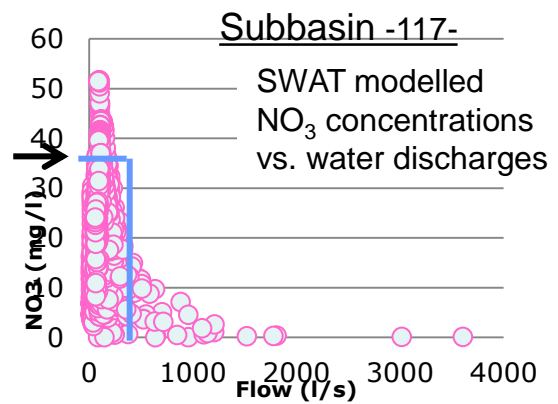
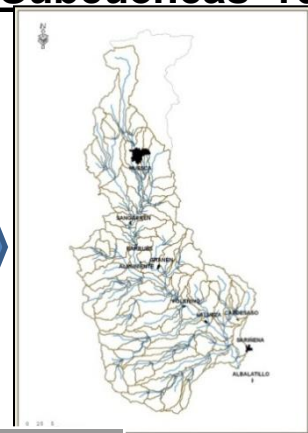
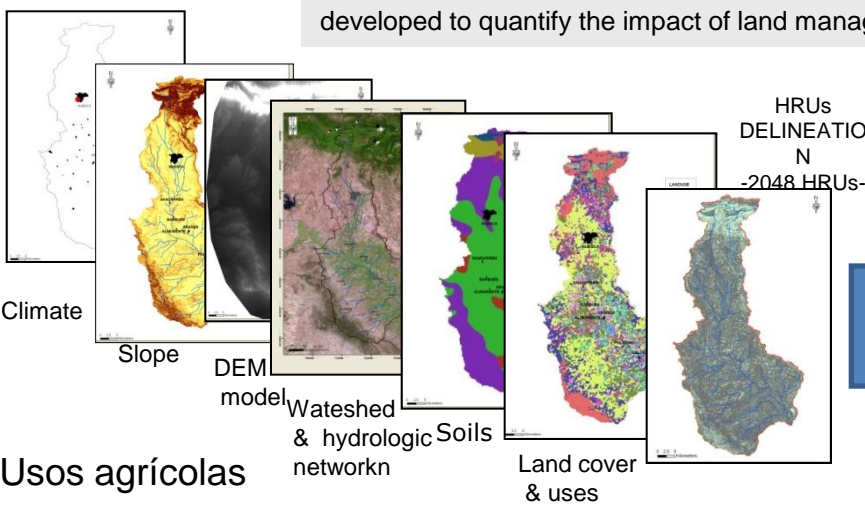
Acciones P: Redacción de Proyectos ejecutivos de obras y de Planes de Seguimiento.

1. Identificar sitios potenciales para la restauración y creación de humedales

SWAT-The Soil and Water Assessment Tool 2009 SWAT is a river basin scale model developed to quantify the impact of land management practices in large, complex watersheds.



Subcuencas -163-



Usos agrícolas (-fertilizantes-)

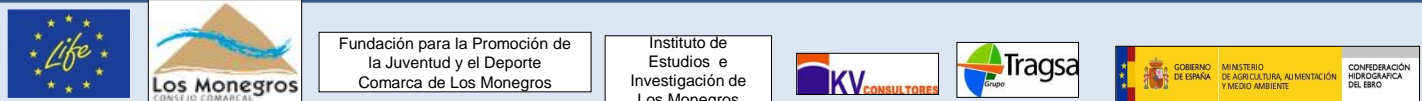
Crop	Irrigation (m ³ /Ha-year)	Fertilization (Kg NO ₃ /Ha-year)	
		Basic dressing	Top dressing
ALFALF A	9000-12000	500 (Urea)	500 (Urea)
CORN	8000-10000	1000 (NPK 8-15-15)	700 (Urea)
RICE	15000-16000	300 (Urea)	
BARLEY	3000-4000	500 (NPK 8-15-15)	200 (Urea)
WHEAT	4000-5000	550 (NPK 8-15-15)	250 (Urea)

The first order areal model to estimate the wetland area required to achieve a target outlet nitrate concentration (Kadlec & Knight 1996)

$$A = (0,0365 Q/k) \cdot \ln(C_i - C^*/C_o - C^*)$$

where
 A-wetland area (ha)
 C_i-inlet concentration (mg/L)
 (min^o concentration of the third quartile=max^o 75th percentile)
 C_o-outlet concentration (mg/L) (target outlet concentration 5 mg/L)

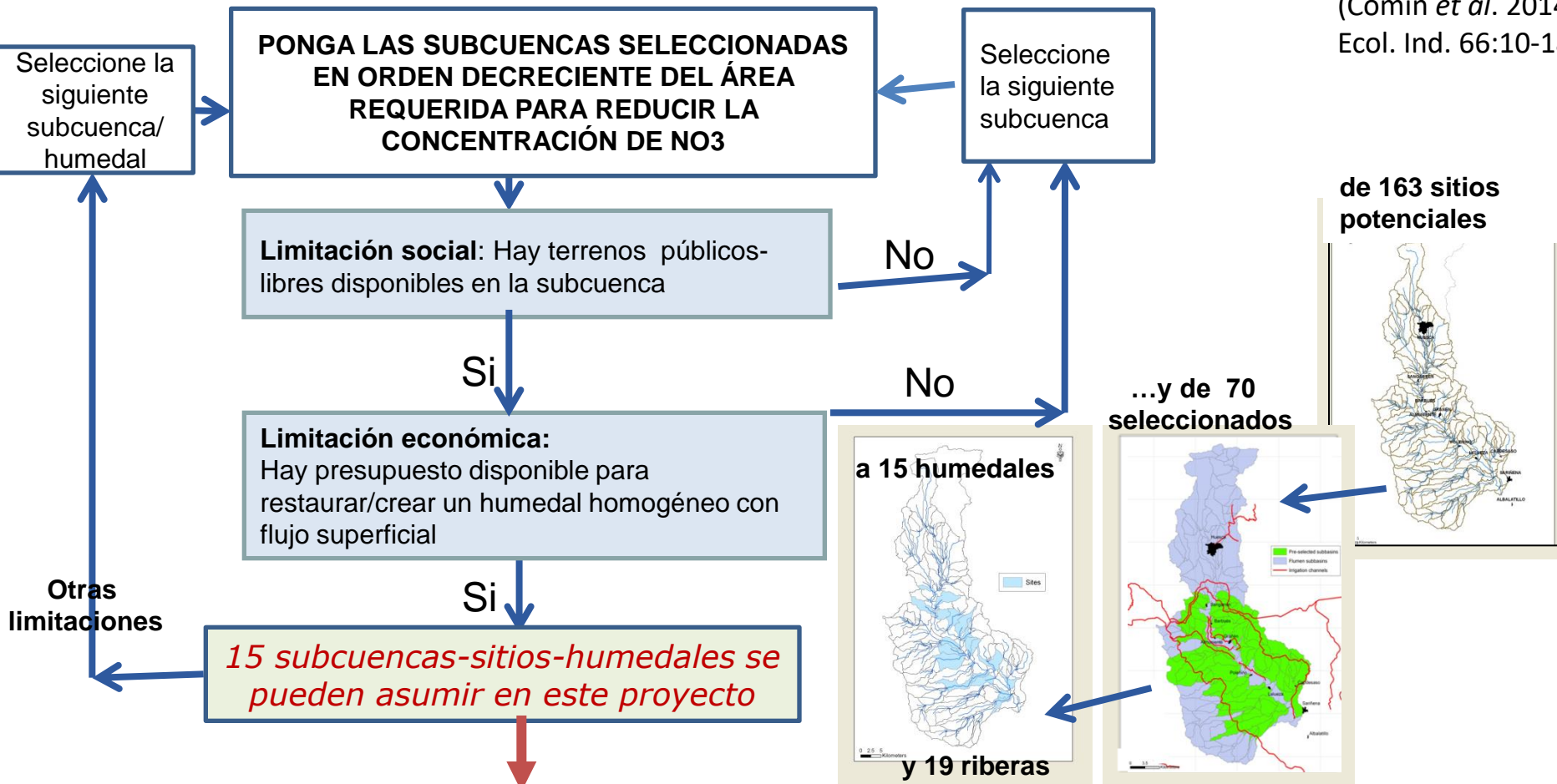
Socios:



Saber qué hacer

Seleccionar sitios para acciones de acuerdo a limitaciones sociales y económicas

(Comín *et al.* 2014.
Ecol. Ind. 66:10-18)



Diseño (detallado) de humedales restaurados/creados & Proyectos constructivos

Hacerlo

CREAMAGUA

Acciones I: EJECUTAR OBRAS de creación y restauración de humedales y riberas

R
i
b
e
r
a
s



Humedales



Hacerlo

Humedales restaurados / creados

ZONA	TIPO	SUPERFICIE DE INUNDACIÓN	SUPERFICIE DE INFLUENCIA	SUPERFICIE DE LAS FINCAS	Coste obras
ALBALATILLO	IN STREAM	6.6	6.60	48.18	22.583,72
BARBUÉS	IN STREAM	0.2	1.96	3.79	24.317,70
CAPDESASO	IN STREAM	5.5	13.47	45.5	24065.59
LALUEZA-02	OFF STREAM	6.26	9.32	9.32	11512,31
LALUEZA-05	IN STREAM	7.43	11.54	54.35	102.622,68
LALUEZA-07	OFF STREAM	3.5	3.54	3.54	3.354,76
SANGARRÉN-01	OFF STREAM	5	5.00	7.92	17.235,11
SANGARRÉN-03	OFF STREAM	5.35	5.35	11.52	8.376,99
SANGARRÉN-04	IN STREAM	4.7	4.73	14.35	15.976,67
SARIÑENA-03	IN STREAM	2.7	2.70	89.03	18.151,90
SARIÑENA-07	IN STREAM	6	10.20	22.02	28.314,30
POLEÑINO	IN STREAM	10	17.64	35.17	45.147,27
SARIÑENA-08	IN STREAM	4	22	131.86	15.736,07
SARIÑENA-09	IN STREAM	6.5	17.11	54.40	15221,2
Grañén	Off-stream	2	4	4	38.148,32
TOTAL		77,74	138,16	542,55	366.699

4.762€/ha

Zonas riparias restauradas

ALMUNIENTE	ALMUNIENTE	4,45	2.818,66
	LA RAMBLETA	5,77	2.825,92
BARBUÉS	BARBUÉS	2,14	281,26
	EL BOTICARIO	3,16	442,54
	LA RETUERTA	2,68	3.522,34
GRAÑÉN	GRAÑÉN	2,57	27,18
	EL GINESTRAL	7,04	762,55
	SASO CADILLO	3,11	3.349,64
LALUEZA	LALUEZA	2,5	4.981,50
	VALPODRIDA	2	1.162,20
TORRES DE B	TORRES DE B.	4,87	3.920,56
SANGARRÉN	SANGARRÉN	1,29	578,78
SARIÑENA	SARIÑENA	6	21.816,90
	MATICAL NORTE	6,01	12.078,63
	MATICAL SUR	2,11	235,96
	SAN JUAN	5,78	5.505,22
	MONTE BANCELS	2,51	611,54
	GRAVERA	4,29	3.260,14
		69,68	68532,17
Coste plantaciones (Euros)			81.191,21
			149.722,88

2.169 €/ha

Comprobar lo que se ha hecho

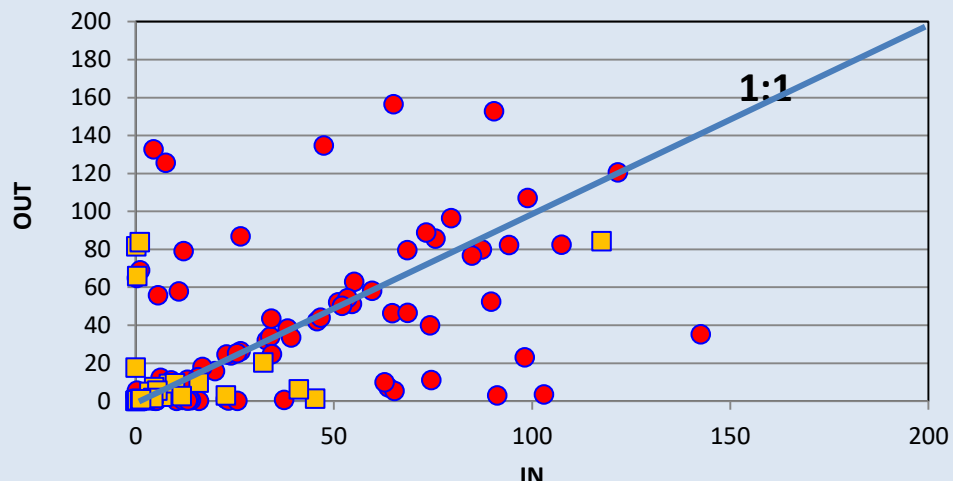
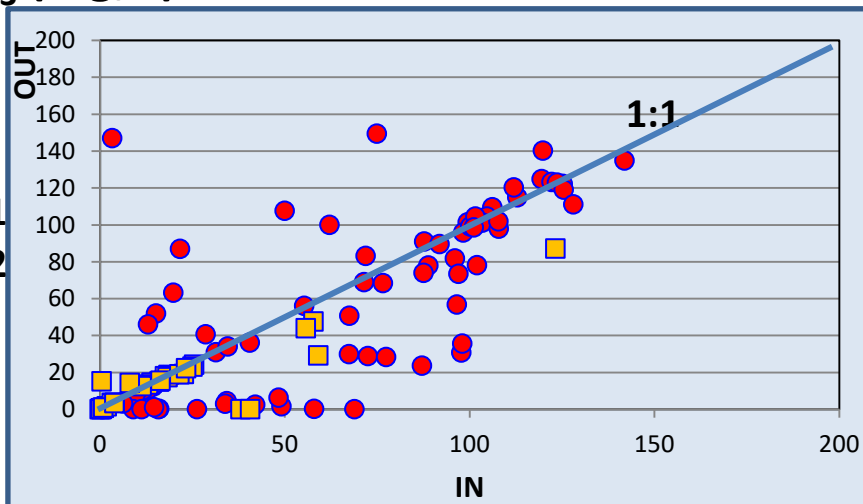
NO₃⁻ (mg/L)

No Regadío

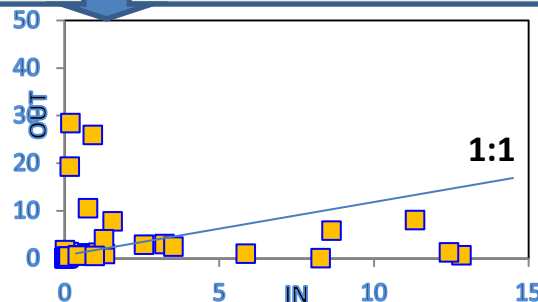
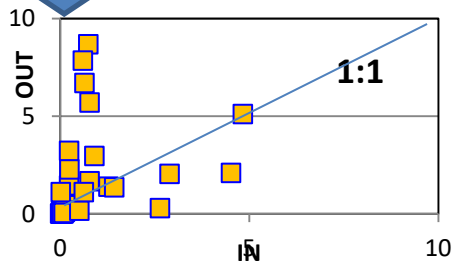
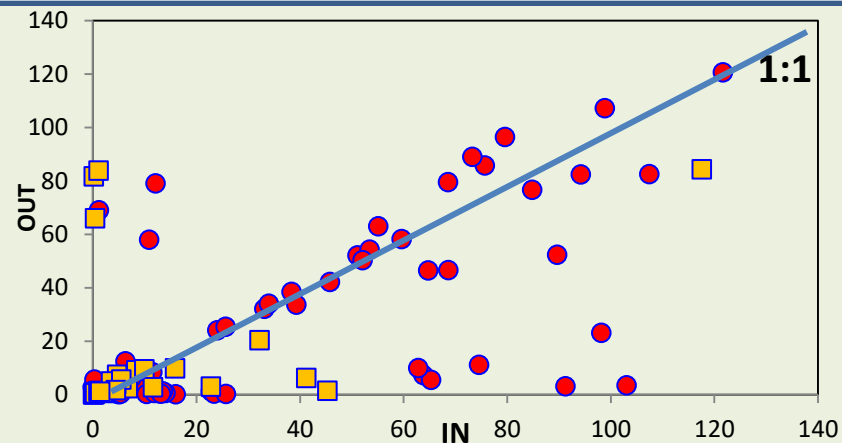
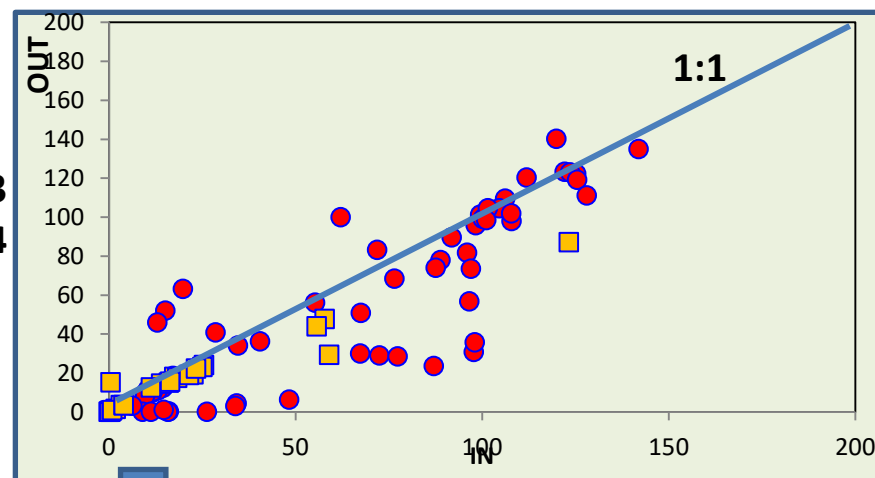
● in stream
■ off stream

Regadío

2011
2012



2013
2014



(Darwiche et al. 2017. Ecol. Ind. 103:426-435)

Comprobar lo que se ha hecho

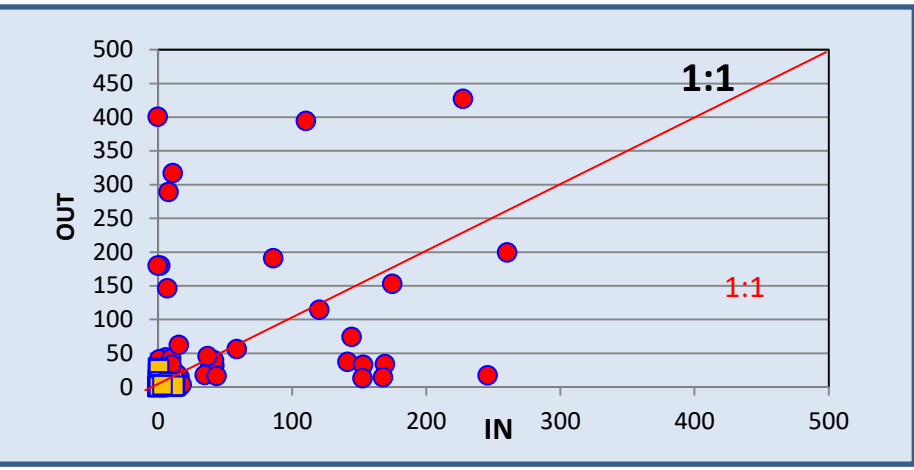
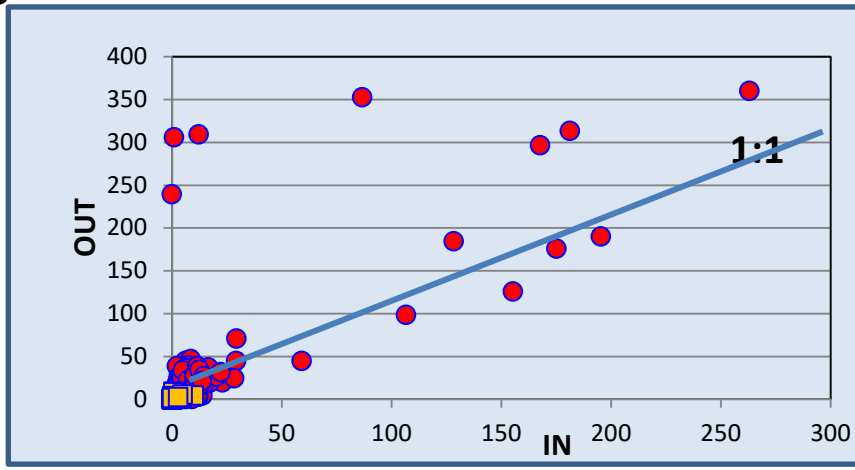
NO_3^- (kg/d)

No Regadío

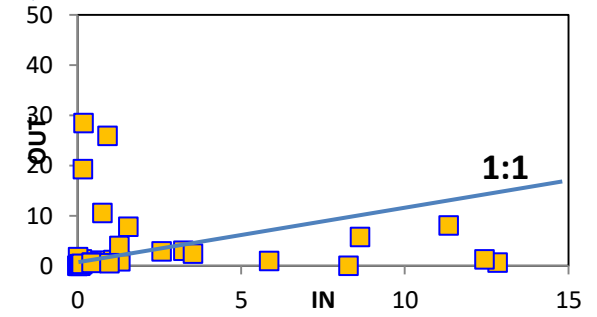
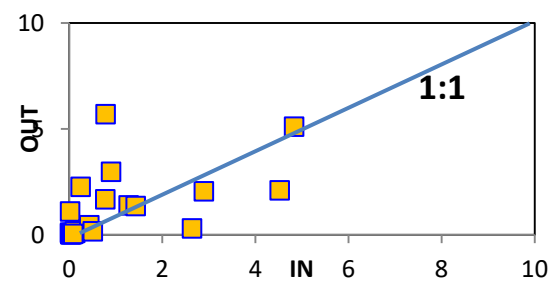
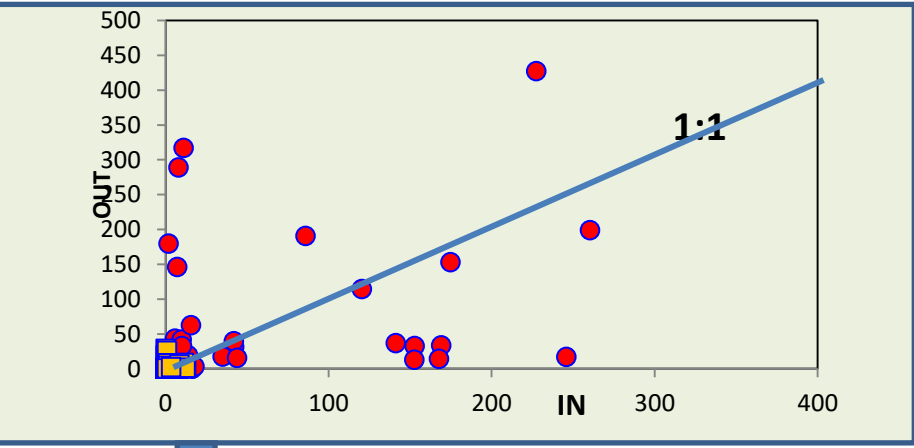
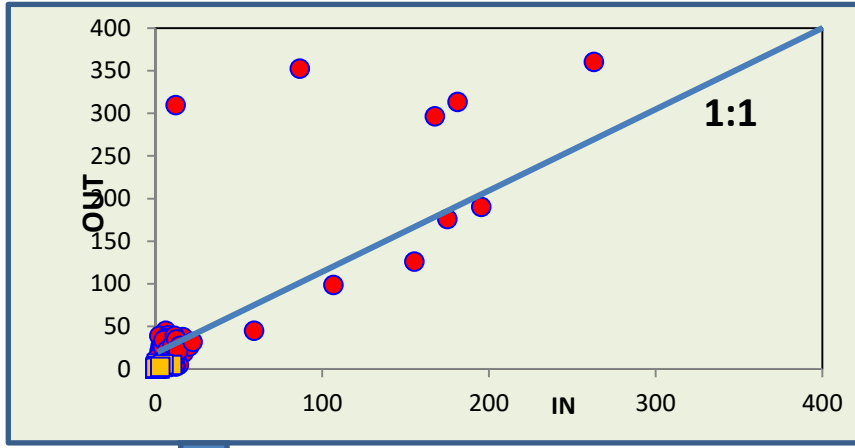
● in stream
■ off stream

Regadío

2011
2012



2013
2014



Comprobar lo que se ha hecho

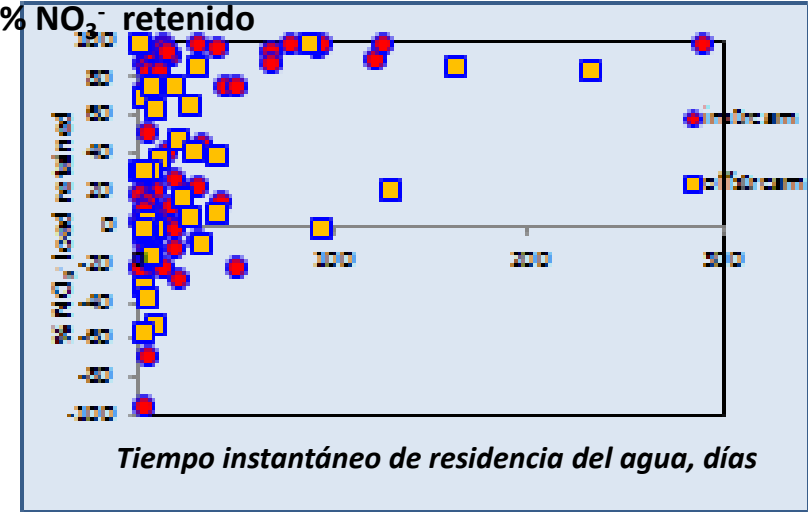
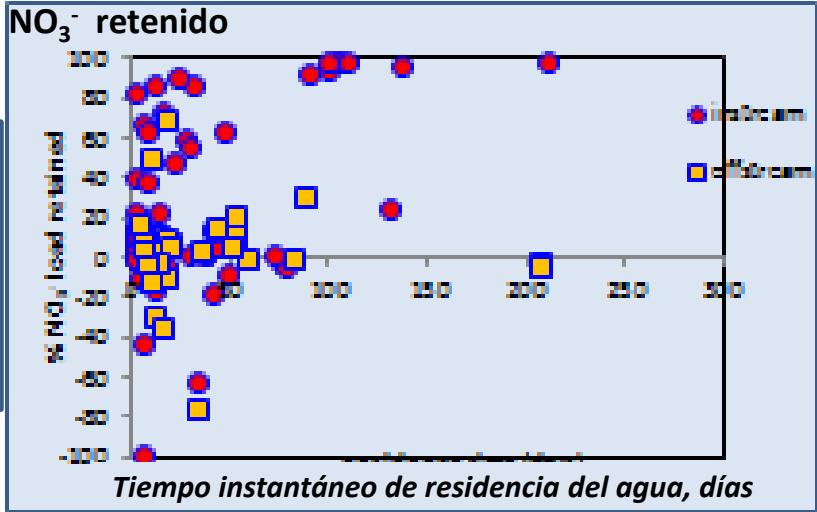
% del NO_3^- que entra que es retenido/eliminado en los humedales

- in stream
- off stream

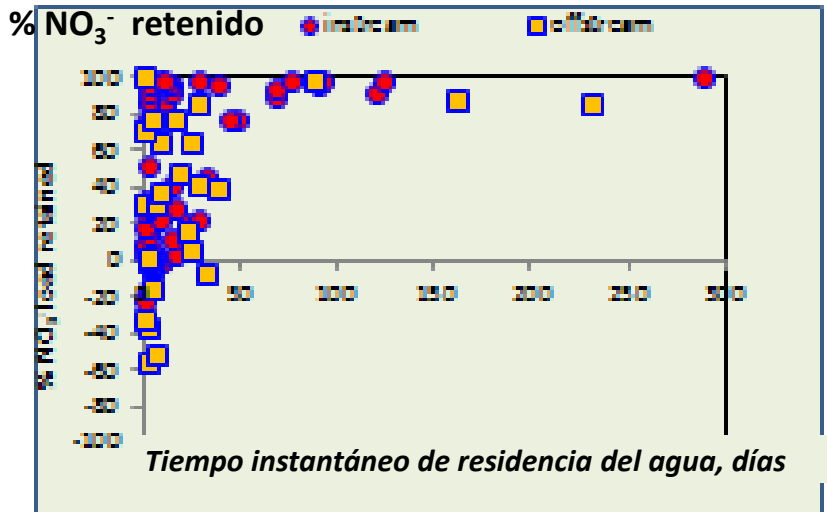
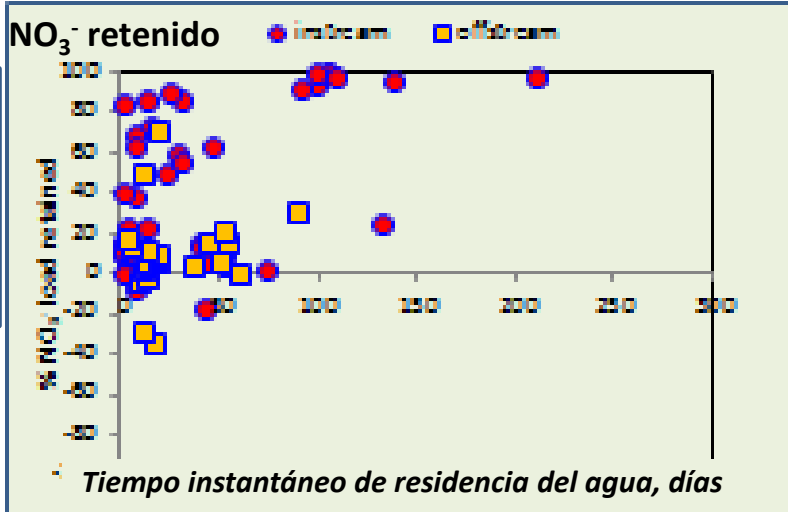
NO REGADÍO

REGADÍO

2011
2012



2013
2014



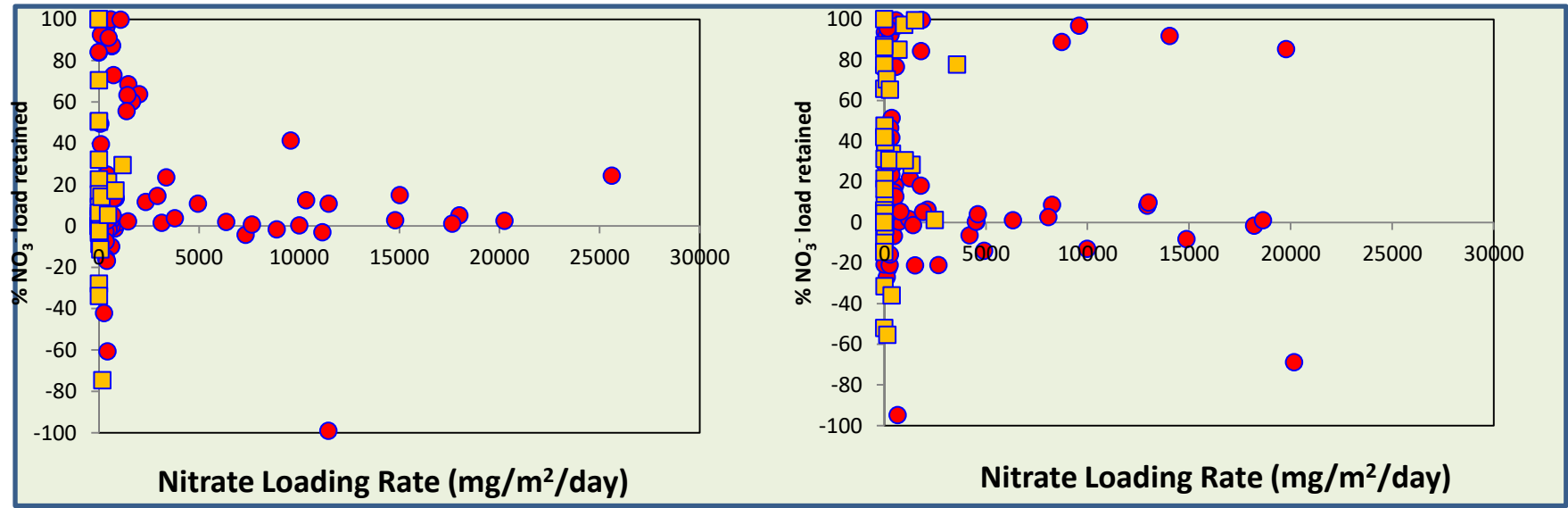
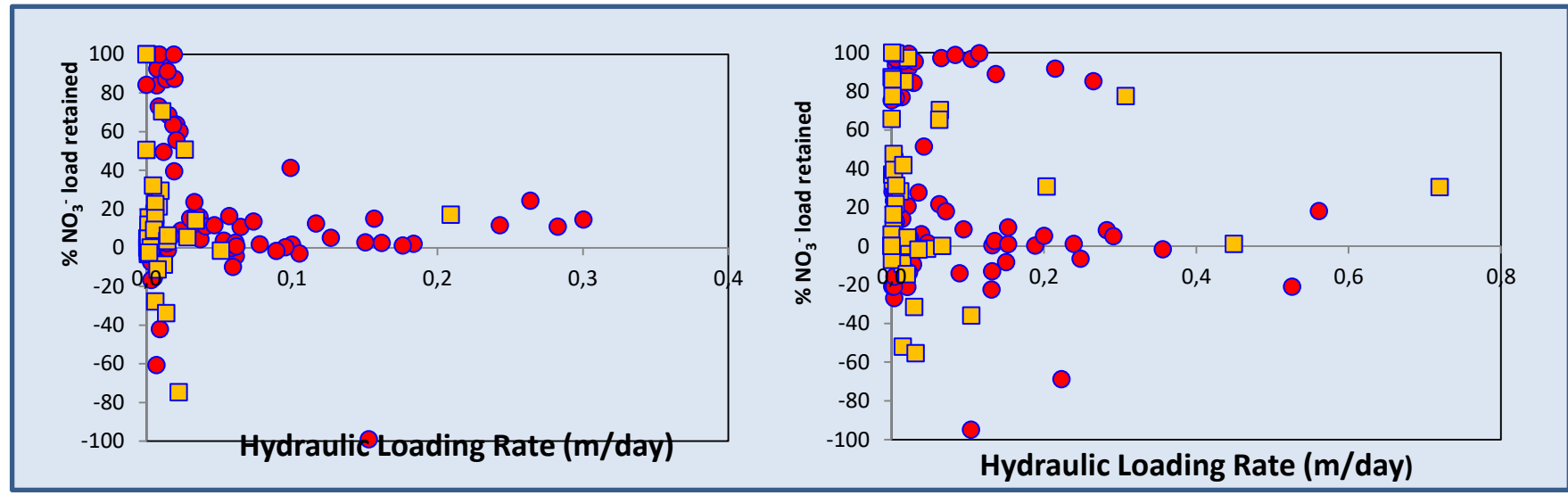
Comprobar lo que se ha hecho

% del NO_3^- que entra que es retenido/eliminado en los humedales

No Regadío

- in stream
- off stream

Regadío

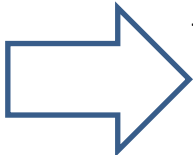


Macroinvertebrados indicadores del estado ecológico de masas de agua

Indice IBMWP de estado ecológico por indicadores biológicos –macroinvertebrados- de la DMA Para ríos (tipo 109) mediterráneos de baja montaña mineralizados, región hidrológica “depresión” La Metodología MMA-CHE establece la siguiente escala del índice IBMWP:






Para ríos con presencia de grupos taxonómicos adaptados a aguas corrientes con sustratos duros

<u>Indice IBMWP</u>	<u>Estado ecológico</u>
>65	Muy Bueno
56-65	Bueno
41-55	Aceptable
20-40	Deficiente
<20	Malo



Con el objeto de evaluar el estado ecológico de los humedales CREAMAgua con la misma metodología adaptada a este tipo de ecosistemas que son de aguas lénticas y fondo o sedimento limoso-arcilloso (en contraste con las aguas lólicas que tienen fondo o lechos duros de piedra y troncos o ramas de árboles) se han re-escalado los valores del índice quitando de la lista de grupos taxonómicos que se utilizan para la valoración del índice los grupos que son estrictamente de fondo duro (que viven sobre piedras o troncos y ramas duras, que no se encuentran en los humedales. Y se han re-escalado los rangos del índice ajustándolos proporcionalmente al valor total de la suma de todos los valores de los grupos taxonómicos quitando los de los estrictamente de fondos duros. Así resultan los valores siguientes del índice IBMWP:

Indice re-escalado a humedales –aguas lénticas, quietas- Sin sustratos duros, con sedimento fino limoso-arcilloso

<u>Indice IBMWP</u>	<u>Estado ecológico</u>	
>47	Muy Bueno	
35-47	Bueno	
21-35	Aceptable	
10-20	Deficiente	
<10	Malo	

Comprobar lo que se ha hecho

Referencia
Buen Estado

Referencia
Mal Estado

Sangarrén 04 20		Laluzza 05 21		Sangarrén-01 22		rvido offstream San Juan		onservado instream Sariñ		onservado offstream San Juan		bien conservado instream		onservado offstream Laluzza		bien conservado Isuela		mal conservado aforo		onservado Almuniente To		Alcanadre 31	
P59 (11/06/14)	VALOR	P61 (10/07/14)	VALOR	P62 (11/06/14)	VALOR	P65 (14/07/14)	VALOR	P66 (14/07/14)	VALOR	P67 (14/07/14)	VALOR	P68 (11/06/14)	VALOR	P69 (11/06/14)	VALOR	P70 (11/06/14)	VALOR	P71 (11/06/14)	VALOR	P73 (11/06/14)	VALOR	P74 (10/07/14)	VALOR
chironomidae	2	ostracoda	3	heptageniidae	10	ostracoda	3	chironomidae	2	chironomidae	2	lymnaeidae	3	empididae	4	oligochaeta	1	chironomidae	2	chironomidae	2	ostracoda	3
physidae	3	gerridae	3	physidae	3	physidae	3	physidae	3	physidae	3	simuliidae	5	corixidae	3	culicidae	2	physidae	3	caenidae	4	chironomidae	2
lymnaeidae	3	chironomidae	2	leptophlebiidae	10	heptageniidae	10	coenagrionidae	6	planorbidae	3	hydroptilidae	6	gerridae	3	chironomidae	2	dytiscidae	3	baetidae	4	caenidae	4
leptophlebiidae	10	baetidae	4	coenagrionidae	6	coenagrionidae	6	empididae	4	corixidae	3	chironomidae	2	chironomidae	2	caenidae	4			heptageniidae	10	corixidae	3
caenidae	4	oligochaeta	1	planorbidae	3					poecetropodidae	7	baetidae	4	ceratopogonidae	4	gerridae	3			culicidae	2	oligochaeta	1
haliplidae	4	caenidae	4							baetidae	4	mesovellidae	3	culicidae	2	heptageniidae	10			simuliidae	5	physidae	3
oligochaeta	1	heptageniidae	10									planorbidae	3	dytiscidae	3	helophoridae	5			lymnaeidae	3	lymnaeidae	3
		Ferrissia	6									physidae	3	physidae	3						baetidae	4	
		culicidae	2									heptageniidae	10	vellidae	3						potamanthidae	10	
		planorbidae	3									caenidae	4								heptageniidae	10	
		corixidae	3									hydropsychidae	5								hydroptilidae	6	
		vellidae	3									hygrobiidae	3								leptophlebiidae	10	
		psychodidae	4																				
		dytiscidae	3																				
	27		51		32		22		15		22		51		27		27		8		30		59
DEFICIENTE		BUENO		DEFICIENTE		DEFICIENTE		MALO		DEFICIENTE		ACEPTABLE		DEFICIENTE		DEFICIENTE		MALO		DEFICIENTE		BUENO	
Aceptable		Muy Bueno		Aceptable		Aceptable		Deficiente		Aceptable		Muy Bueno		Aceptable		Aceptable		Malo		Aceptable		Muy Bueno	

Incremento considerable del número de humedales con un índice de estado ecológico (IBMWP por indicadores biológicos -macroinvertebrados-)

5 Deficiente de 22 humedales

8 Aceptable

3 Bueno

6 Muy Bueno

-Se ha observado una progresión notable en número de especies en 4 años.

-La comunidad –de macroinvertebrados- biológica está en sucesión y en etapas tempranas

-De constituirse una comunidad rica en especies y compleja en sus relaciones.

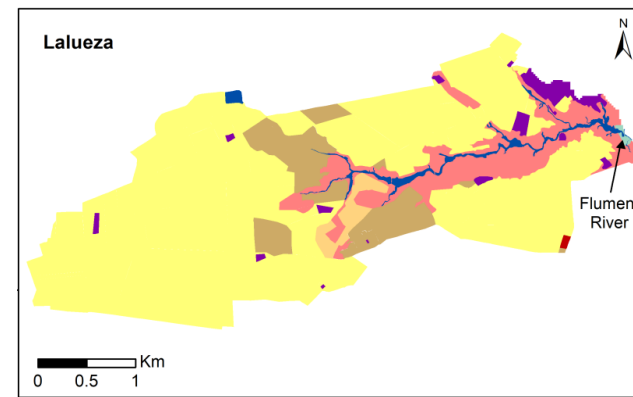
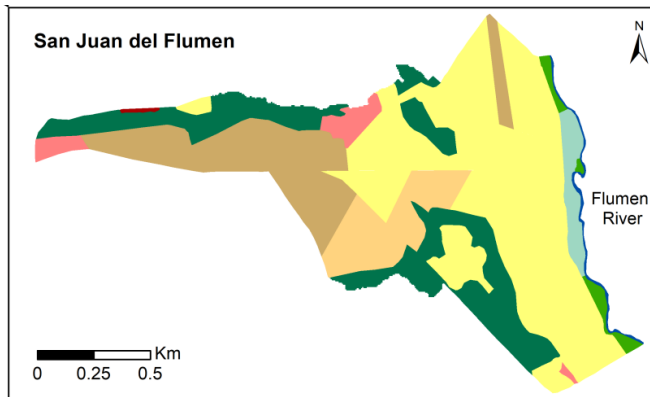
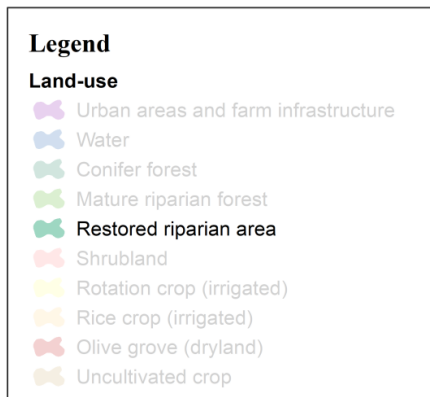
-La trayectoria de la red trófica puede oscilar entre estadios en los próximos años.

-Es conveniente continuar su seguimiento y decidir si diversificar microhábitats.

Vegetación de ribera/Llanuras de inundación

Servicios ecosistémicos	Indicador
Purificación del agua	NO_3^- en el agua subterránea (mg l^{-1})
	SO_4^{2-} en el agua subterránea (mg l^{-1})
	PO_4^{3-} en el agua subterránea (mg l^{-1})
Provisión de hábitat	Cobertura arbórea (%)
	Número de estratos de vegetación
Formación del suelo	Biomasa microbiana (Kg C m^2)
Almacenamiento de C	C orgánico (Mg ha^{-1})
Capacidad de almacenamiento de contaminantes orgánicos	Capacidad de intercambio cationico – CEC (cmolc dm^{-3})
Capacidad de retención de agua	Contenido de agua en el suelo saturado – θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)
Infiltración del agua	Conductividad hidráulica – K (mm s^{-1})
Mitigación de la escorrentía superficial	Sorptividad ($\text{mm s}^{-0.5}$)
	T^a media diaria del aire
	H media diaria del aire
	Inverso DTR
	Inverso DHR

USOS DEL SUELO



Bosque de ribera restaurado
(>30% cobertura arbórea)



Área de ribera restaurada
(<30% cobertura arbórea)



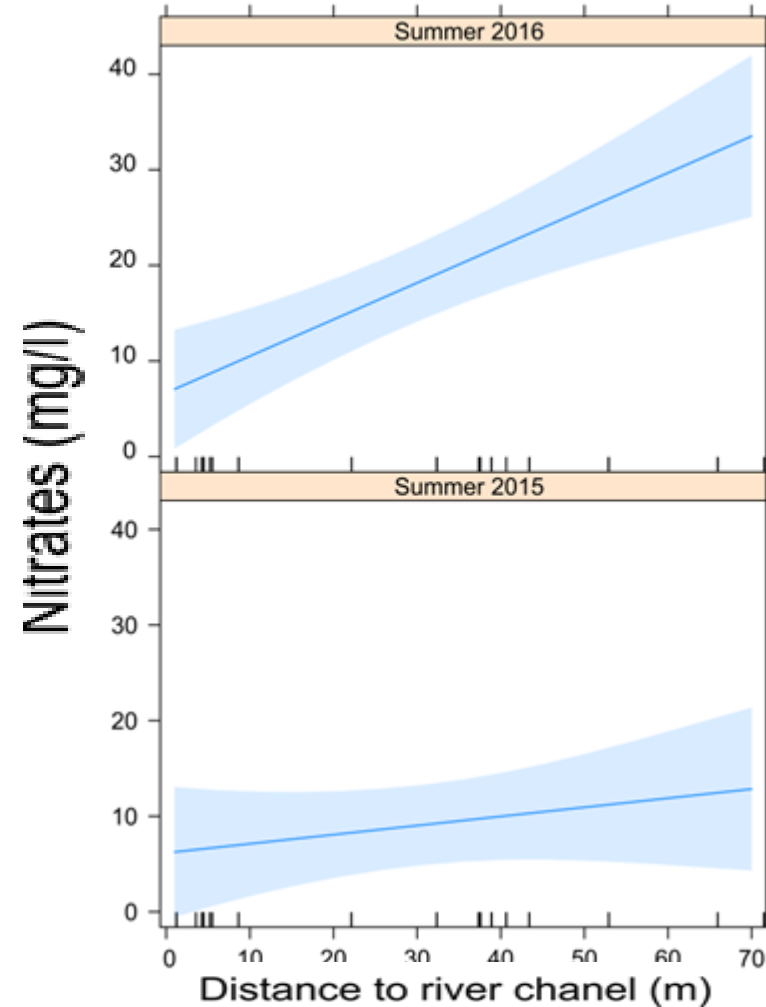
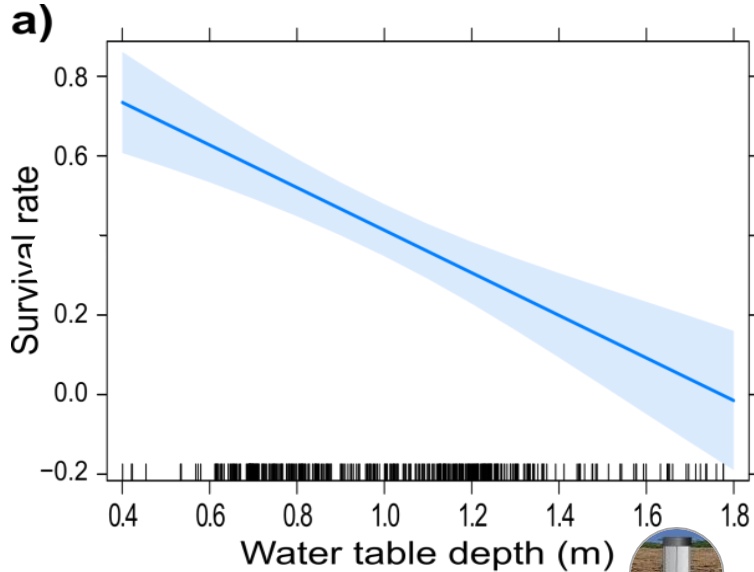
Zona de ribera degradada



Factores clave para el éxito de la revegetación riparia

Generalized linear models (GLM)

Supervivencia árboles vs Distancia al nivel freático



De Monegros...



...a Bruselas, Italia, EEUU,...



...sin olvidar las raíces



Socios



Fundación para la Promoción de la Juventud y el Deporte Comarca de Los Monegros



Instituto de Estudios e Investigación de Los Monegros



Colaboran



Ayuntamientos de Albalatillo, Almuniente, Barbués, Capdesaso, Grañén, Lalueza, Poleñino, Torres de Barbués, Sangarrén y Sariñena.

Resumen-Conclusiones

CREAMAGUA ha demostrado que la realización de proyectos de restauración/creación de humedales contribuye a mejorar la calidad del agua, la biodiversidad y la diversidad de paisaje 

que es posible realizarlos en el medio rural bajo la responsabilidad de las autoridades y con la participación de comunidades locales y entidades diversas. 

que es posible integrar la mejora del medio ambiente, a través de la restauración de ecosistemas, en el desarrollo del medio rural. 

Ventajas:

- Eficaces y eficientes
- Localización en el territorio :
se pueden ajustar al terreno
- Operación y mantenimiento sencillos.
- Se integran bien en el paisaje.

Humedales



comin@ipe.csic.es

Inconvenientes/Retos::

- Mosquitos
- No es inmediata la colonización vegetal ni la capacidad de eliminar contaminantes.
- Requieren espacio
- Eficacia variable en el tiempo

Wetlands in Agricultural Landscapes

De revisión de trabajos: Área de humedales requerida para eliminar nutrientes y mejorar biodiversidad

Wetlands

Estimates of riparian/wetland area needed to improve the water quality of receiving waters.

<u>Activity (location)</u>	<u>% watershed converted</u>	<u>Reduction in load (%)</u>
Riparian restoration (USA)	0.7–1.8	19–50 (N)
Wetland creation&rest.(USA)	2.7–6.6	19–50 (N)
Wetland creation&rest.(USA)	5	46 (N)
Wetland creation&rest. (Sweden)	5–10	25–50 (N) 34–68 (P)
Wetlands (China)	~5	>90 (P)
Wetland rest/creation (Spain)	3-5%	50-95% (N)

Para eliminar 50-90% de N & P descargados con el agua excedente de riego se requiere 3-7% del área de la cuenca

Riparian buffers

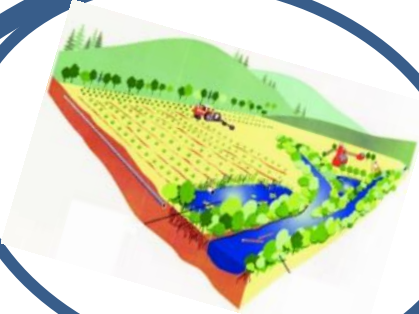
Width of Riparian Buffer Wetland Benefits

- >90 m. Waterfowl breeding/feeding retained
Heron feeding maintained, Amphibian populations retained. iversity of mammals maintained.
Cavity-nesting duck habitat protected. Bird diversity maintained .
- 60-90 m. Waterfowl breeding, Reduced mammal diversity. Most sediment removed
- 30-60 m. Waterfowl breeding, but reduced populations and diversity. Adequate sediment removal (75-80%)
Most nutrients filtered. Reduced salamander diversity. Decreased turtle abundance
- 15-30 m. Loss of many wetland bird species
Songbird diversity maintained
- <15 m. Generally ineffective to preserve major wetland functions.** Human activities disturb breeding and feeding birds. Degradation of buffer habitats over time more likely

Zonas riparias de 30-60m de anchura y bien Constituidas mejoran la calidad del agua Descargada y la biodiversidad

La idea y los fundamentos científico-técnicos

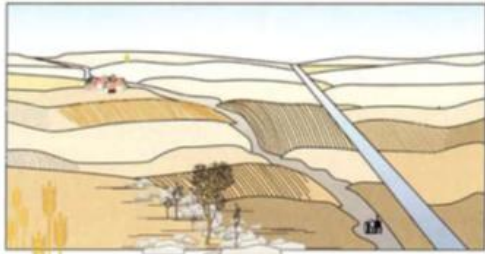
¿Cómo tiene que estar distribuidos por el territorio para que cumplan sus funciones y nos provean servicios ambientales ?



Diferentes tipos de humedales y sistemas naturales, más o menos conectados entre si, constituyen la infraestructura verde del territorio

Conservación y restauración de la infraestructura verde como herramienta para promover el desarrollo sostenible en territorios agrarios

De un territorio homogeneizado con uso agrario extensivo e intensivo, proveyendo el servicio (mayoritariamente) de provisión de alimentos; pero con impactos ambientales



Grandes parcelas y simplificación de cultivos.

Uso intensivo de insumos



Erosión por viento y agua

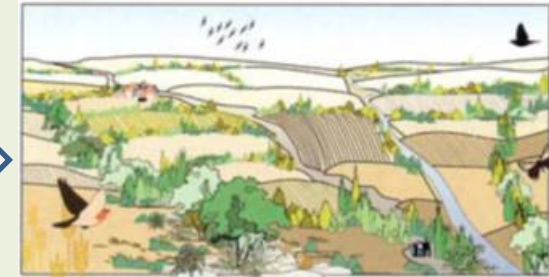
DIACORDO: Desarrollo de metodología para la conservación y restauración de infraestructura verde con criterios socio-ecológicos y participación local



La puesta en práctica puede requerir:

- Consolidación y ordenación usos del suelo.
- Cultivos alternativos.
- Control de la comercialización
- Apropiación de beneficios.
- Procesos administrativo
- Financiaciones diversas
- Actividades locales complementarias

A un socio-ecosistema preservador de los recursos naturales a largo plazo proveyendo múltiples servicios ambientales,



en línea con el desarrollo sostenible.

Producción agraria sostenible



Educación Recreación

Retención de agua y suelo



Biodiversidad



LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE REGADÍOS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGADÍOS CAMINOS NATURALES E INFRAESTRUCTURAS RURALES



#FormaciónRegadíos

Madrid 22 Abril 2021

CREACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA BIODIVERSIDAD DE CUENCAS AGRÍCOLAS

Francisco A. Comín*

Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC
Zaragoza//Jaca, Huesca

comin@ipe.csic.es



* 2017 John Rieger Award de la Society for Ecological Restoration

Miembro del Comité Directivo de la International Sustainable Development Research Society



Fundación para la Promoción de
la Juventud y el Deporte
Comarca de Los Monegros

Instituto de
Estudios e
Investigación de
Los Monegros

