

# *Seguimiento de la salinidad edáfica en regadíos aragoneses mediante tecnologías de información territorial*

M<sup>a</sup> Auxiliadora Casterad



Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad

Colabora:



Jornada técnica “Cada año es el año del suelo: una mejor gestión para un mayor aprovechamiento”

21 enero 2016

Organizado por la Embajada de los Países Bajos



# Regadíos aragoneses y salinidad



*Comarca de Monegros en el valle medio del Ebro. (Foto: Martínez Cob)*

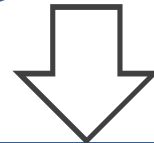


## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Location	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Tmean (°C)	Trange (°C)	ET <sub>0</sub> (mm)	P (mm)	ET <sub>0</sub> -P (mm)
Genoa, Italy	44°25'N	8°55'E	21	15.6	5.7	1040	1021	19
Naples, Italy	40°53'N	14°18'E	110	15.6	9.1	979	915	64
Pescara, Italy	42°36'N	14°12'E	13	14.7	8.2	872	772	100
San Francisco, Calif.	37°37'N	122°23'W	3	13.7	9.2	890	501	389
Brindisi, Italy	40°40'N	17°57'E	28	16.8	7.1	1141	644	497
Seville, Spain	37°22'N	6°0'W	9	18.8	12.6	1159	564	595
Cassablanca, Morocco	33°34'N	7°40'W	62	17.8	7.7	1076	426	650
Tunis, Tunisia	36°50'N	10°14'E	4	18.3	9.3	1159	443	716
Santiago, Chile	33°27'N	70°42'W	520	14.9	14.2	1125	335	790
Athens, Greece	37°58'N	23°43'E	15	18.3	8.5	1242	402	840
San Diego, Calif.	32°44'N	117°10'W	4	17.6	7.5	1119	237	882
Davis, Calif.	38°32'N	121°46'W	18	14.3	12.7	1333	435	898
Almeria, Spain	36°50'N	2°28'W	6	18.0	7.4	1235	233	1002
Fresno, Calif.	36°46'N	119°43'W	100	17.0	15.0	1297	267	1030
Zaragoza, Spain	41°39'N	0°53'W	237	14.9	10.3	1406	337	1069
New Delhi, India	28°35'N	77°12'E	216	25.2	12.9	1796	692	1104
Giza, Egypt	30°8'N	31°34'E	19	20.9	14.4	1673	19	1654

(Herrero y Snyder, 1997)

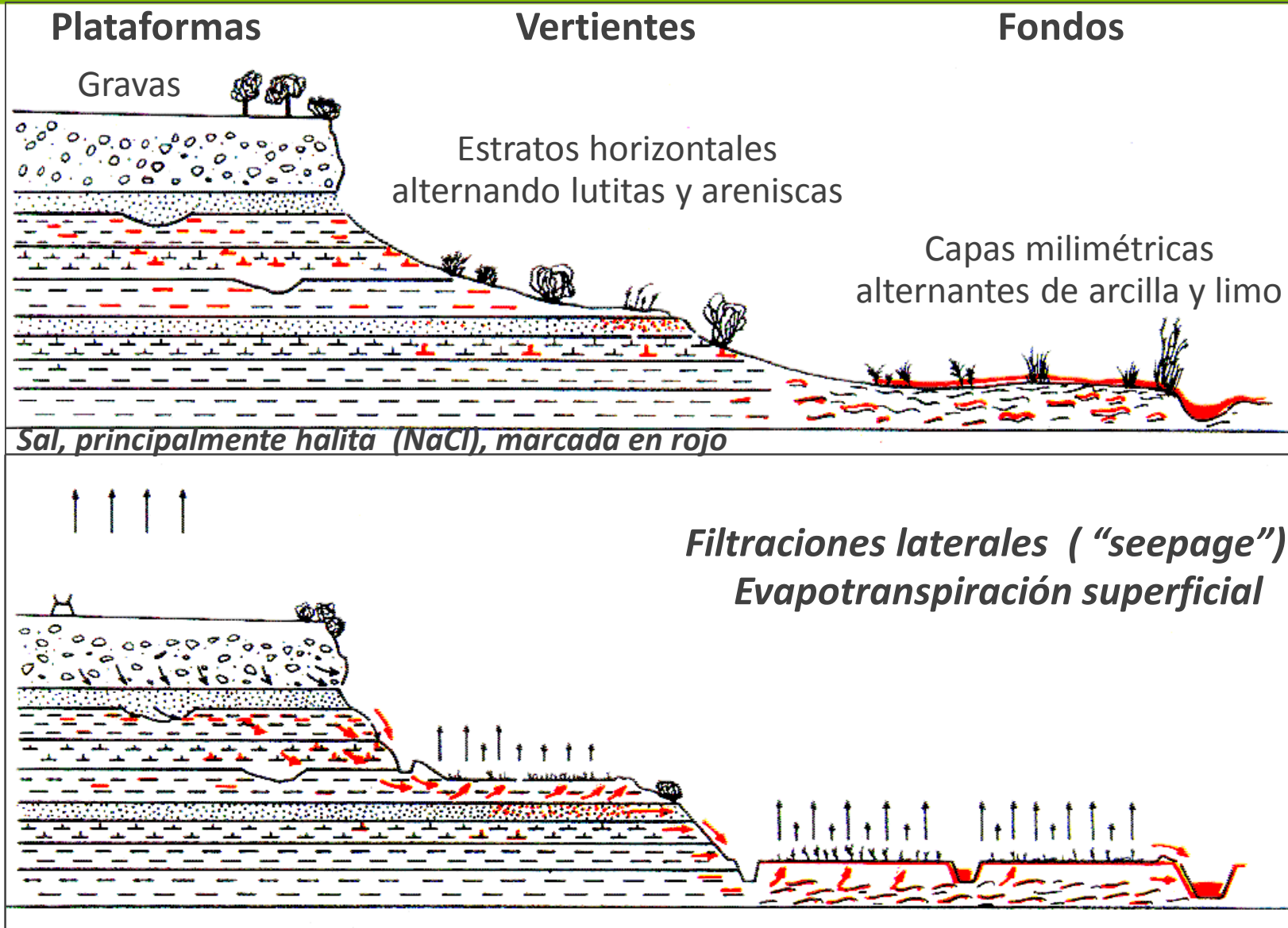




Movilización de las sales  
Mala gestión de los suelos y agua

## Salinización

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN



A  
N  
T  
E  
S

D  
E  
S  
P  
U  
É  
S

(Herrero y Aragüés, 1988)





Fotos : Herrero, J.



Ortofoto SIG-Oleícola 1997



**Superficie** 280 ha

**Altitud** 310 m

**Clima semiárido**

- P anual 466 mm
- Tª media 14,5°C
- ETP 1304 mm

**Suelos**

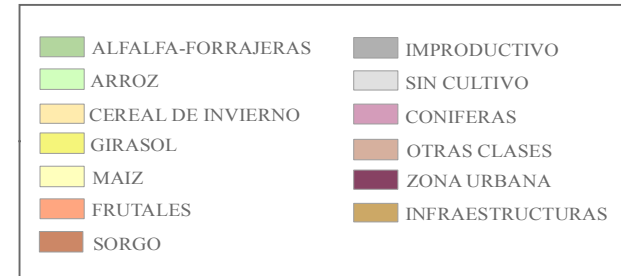
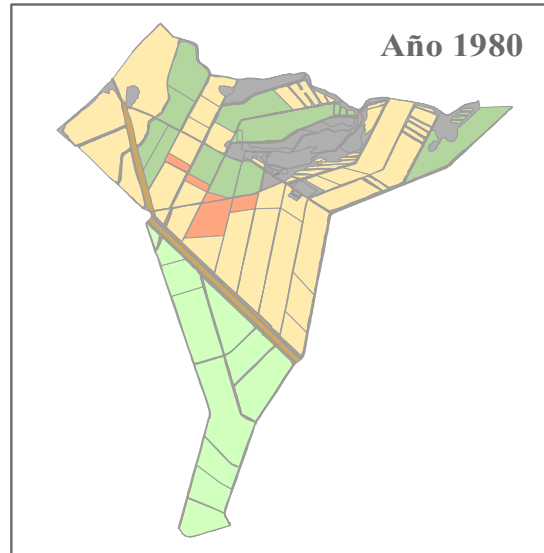
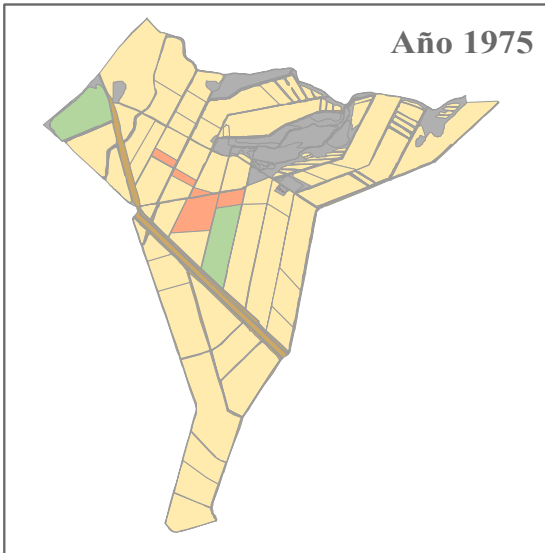
- Franco arcilloso
- Franco limoso

**Riego**

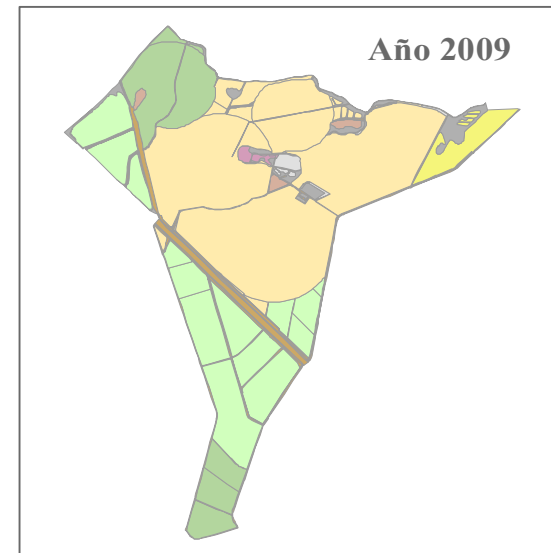
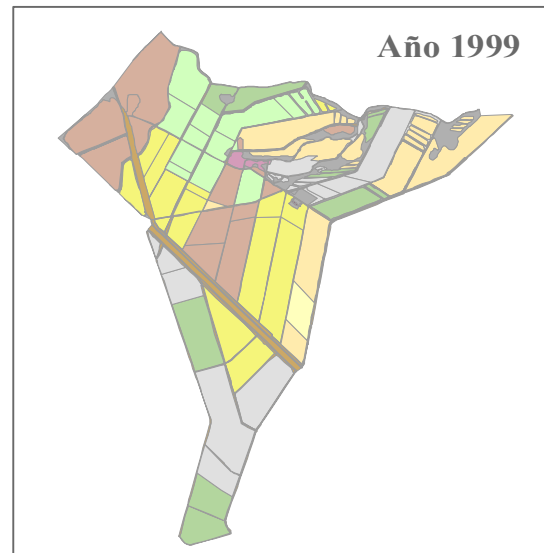
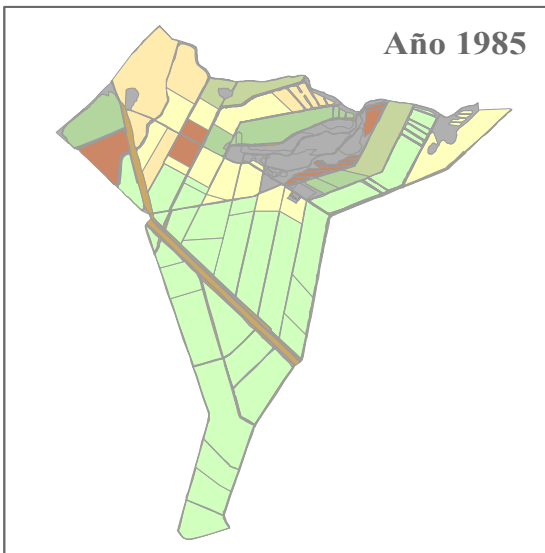
- Antes de 1957 nivelación y aterrazamiento
- 374 parcelas riego a manta
- 2008 Modernización riego por aspersión
- 5 parcelas (158 ha): pivotes y cobertura lateral

Ortofoto PNOA 2009



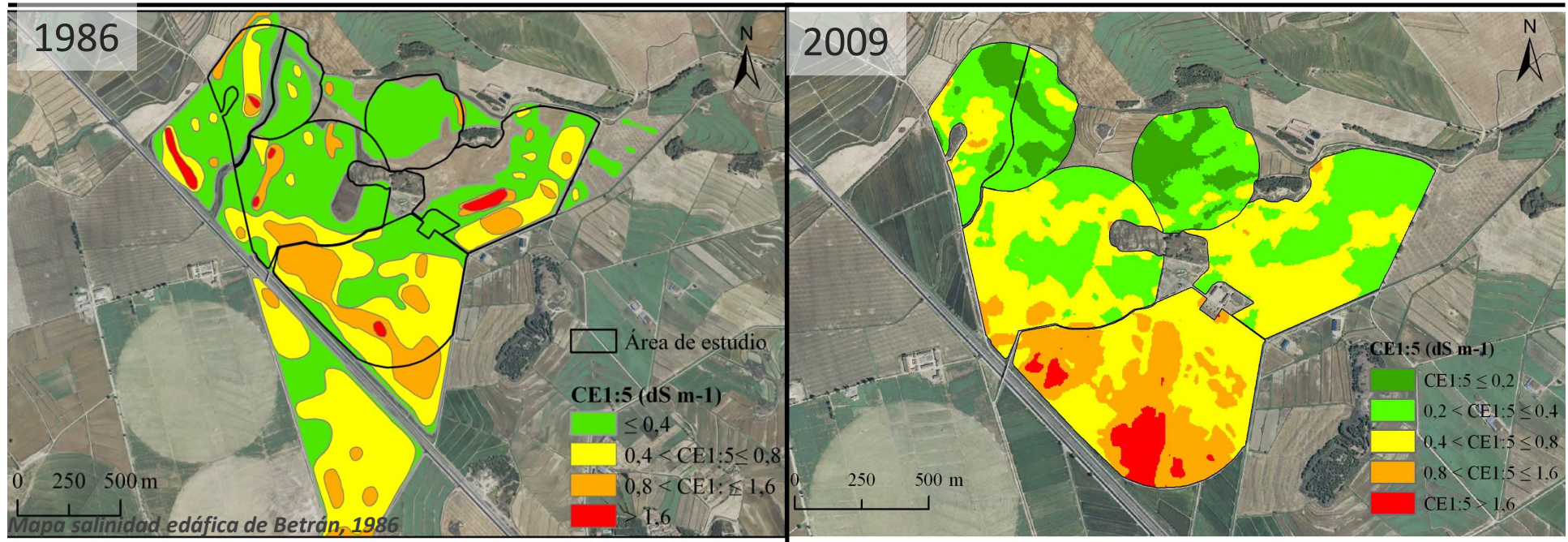


## Cultivos y ocupaciones





## Salinidad edáfica



(Berkane, 2010)

# Un ejemplo: Finca de Pompenillo

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN



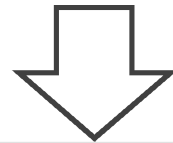


**Salinidad  
edáfica**

**Degradación  
del suelo**

**Amenaza para la  
conservación y el uso  
sostenible del suelo**

- En la **Cuenca media del Ebro** 420000 has son de regadío
- Alrededor del 25% están afectadas por salinidad
- Áreas de regadío identificadas como sistemas con riesgo de desertificación asociado a la salinidad
- Efecto sobre las aguas de riego (contaminación difusa)



**Imprescindible *evaluar* la *salinización edáfica***

**N  
E  
C  
E  
S  
I  
D  
A  
D**

- **Inventario** normalizado
- **Caracterización** de las zonas afectada (áreas salinas y potencialmente salinizables)
- **Sistema de vigilancia** y seguimiento

**P  
R  
O  
B  
L  
E  
M  
A**

- **No existe un inventario estandarizado** completo de las áreas afectadas por salinidad
- **Ni un sistema de vigilancia**
- **Tenerlo para grandes extensiones es muy costoso y laborioso** con los métodos tradicionales



Proyecto INIA RTA2008-00083-C02

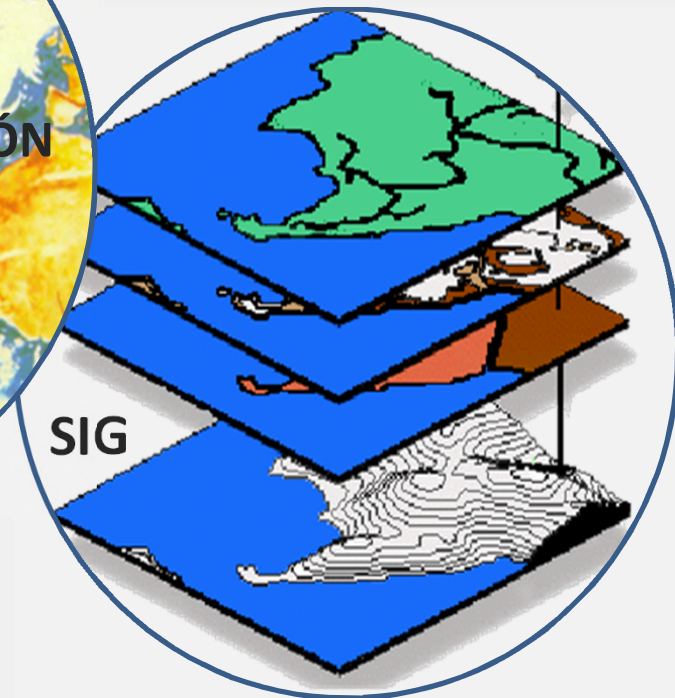
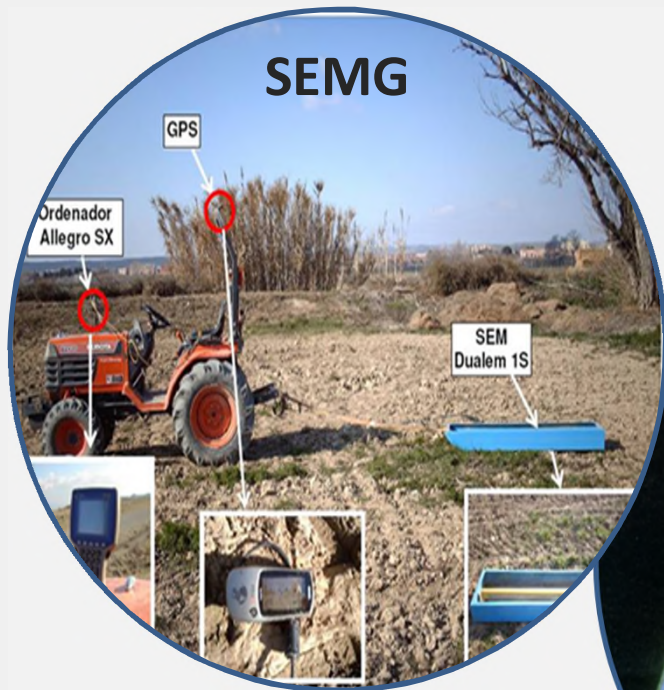
## Prospección de la salinidad edáfica en la cuenca media del Ebro y diseño de su vigilancia espacio-temporal mediante tecnologías de información territorial

2009-2011

Participantes:



# Uso de tecnologías de información territorial







- Toma de lecturas con SEMG
- Muestreo de suelo para calibración

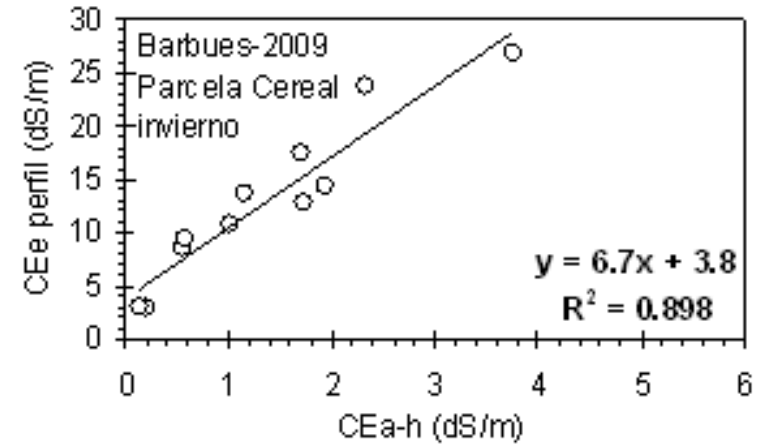


### TRABAJO DE GABINETE

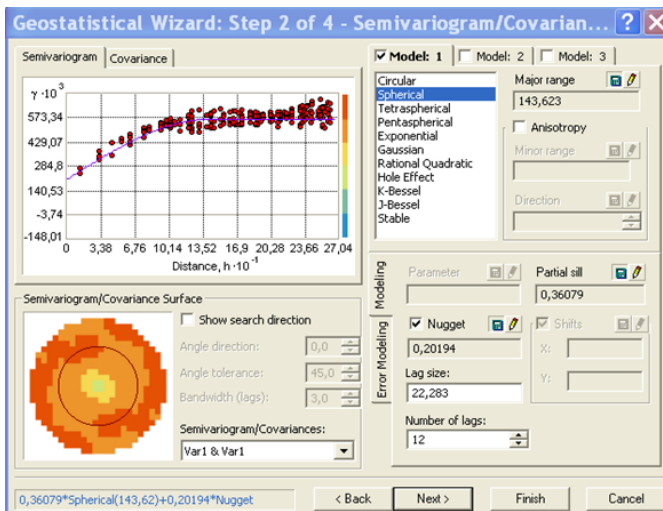
#### Laboratorio



#### Calibración



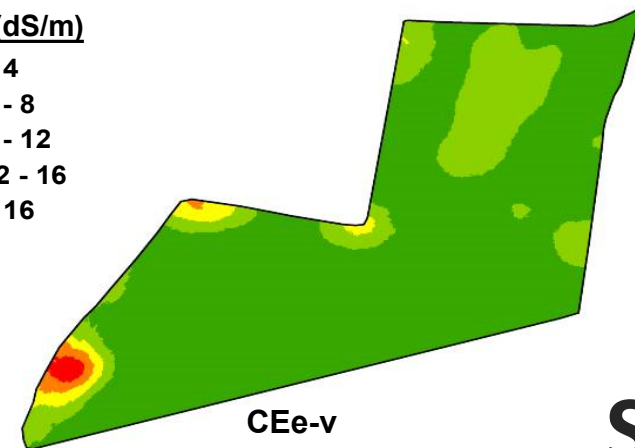
#### Interpolación - Geoestadística



#### Elaboración mapa

CEe (dS/m)

- < 4
- 4 - 8
- 8 - 12
- 12 - 16
- > 16

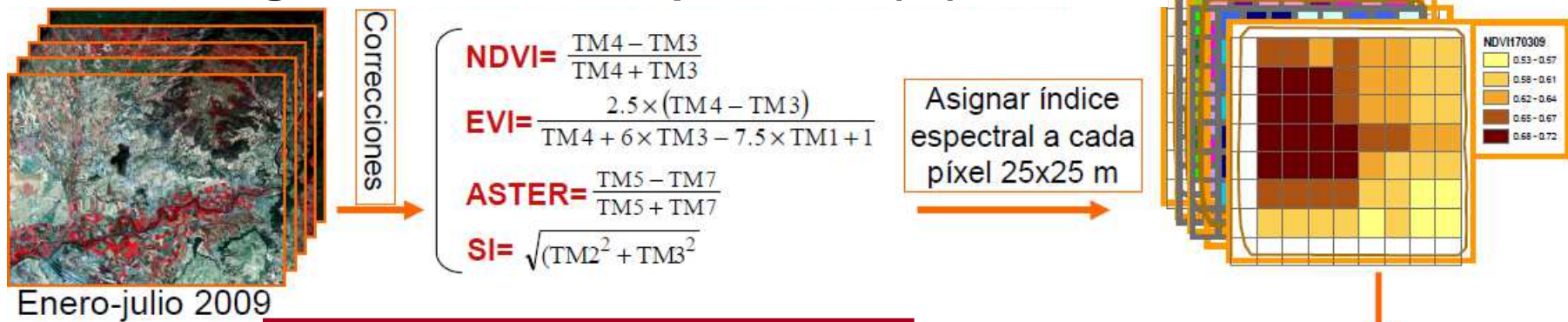


CEe-v

SIG

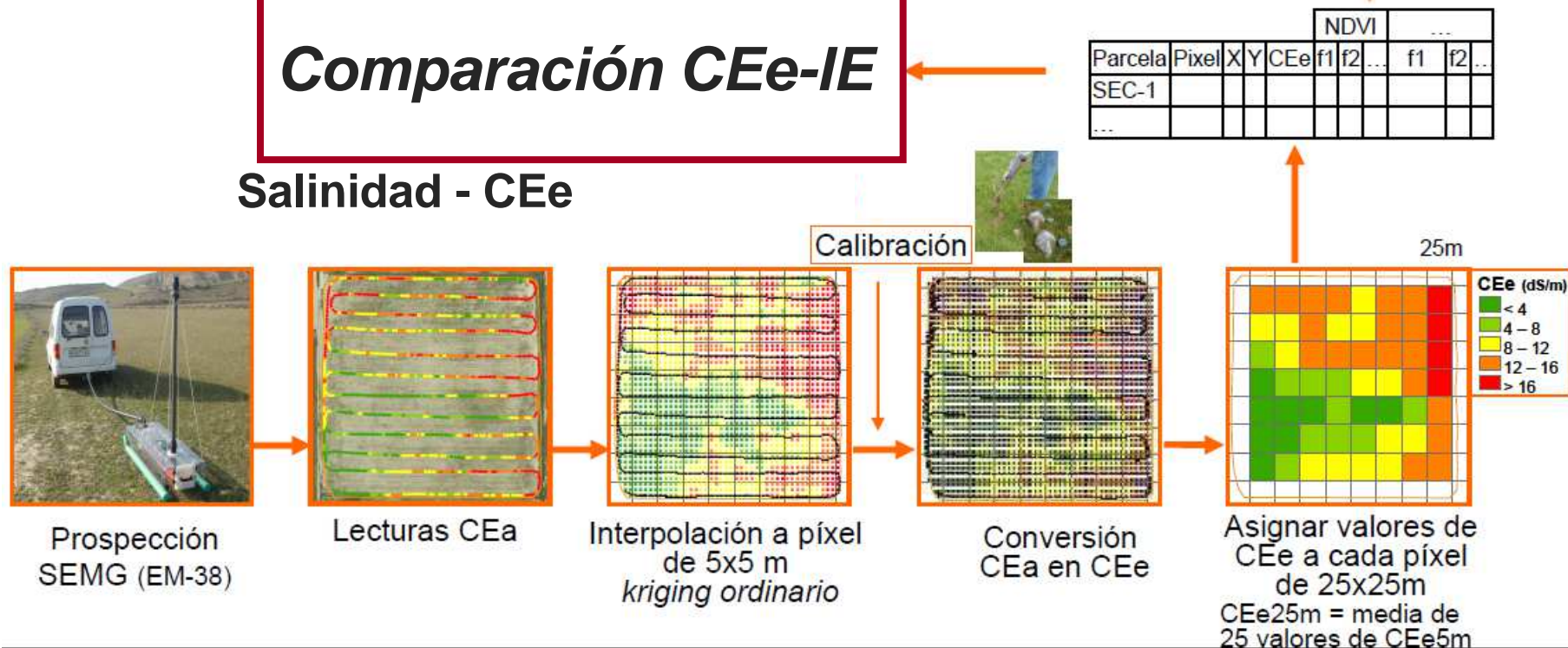


## Imágenes – Índices espectrales (IE)

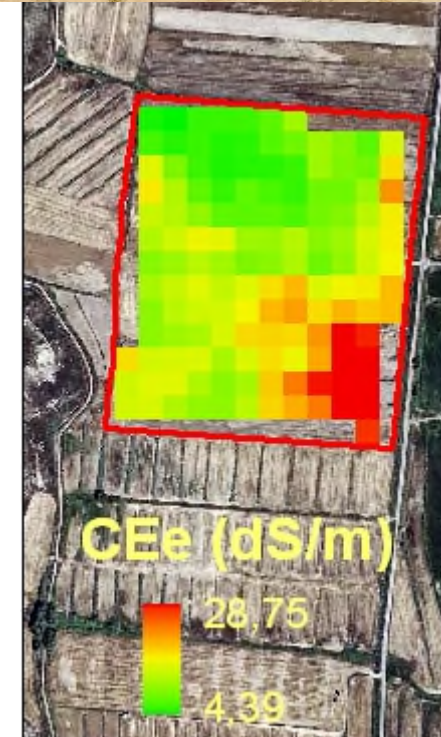
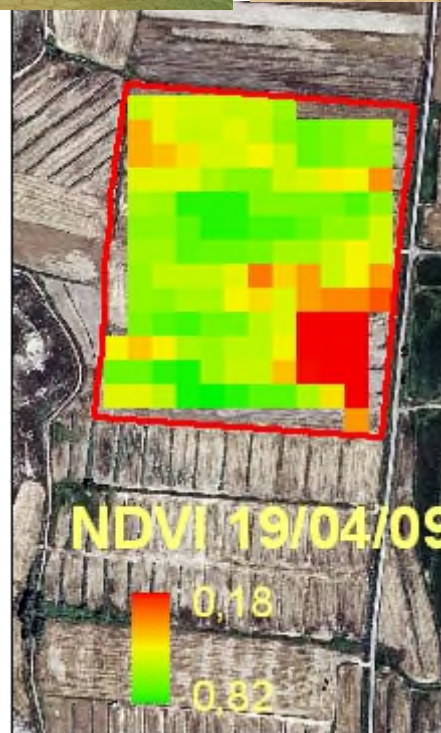


## Comparación C<sub>Ee</sub>-IE

### Salinidad - C<sub>Ee</sub>

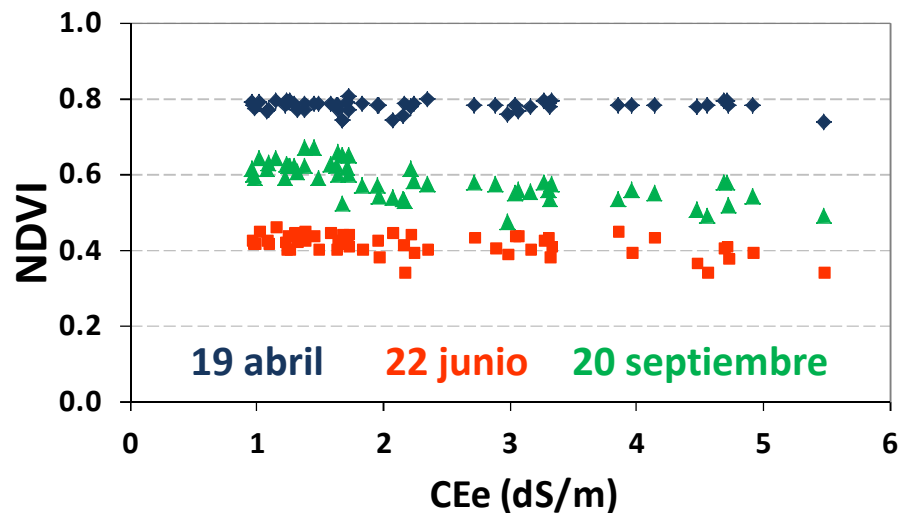




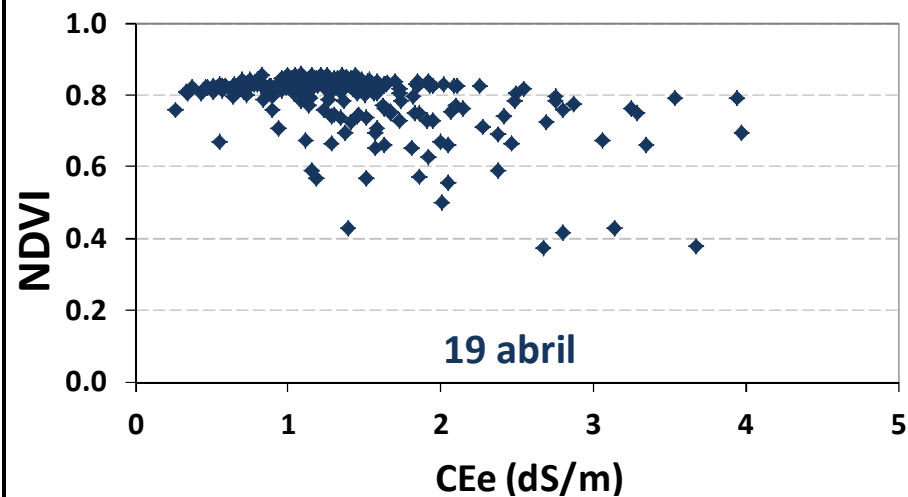


2009

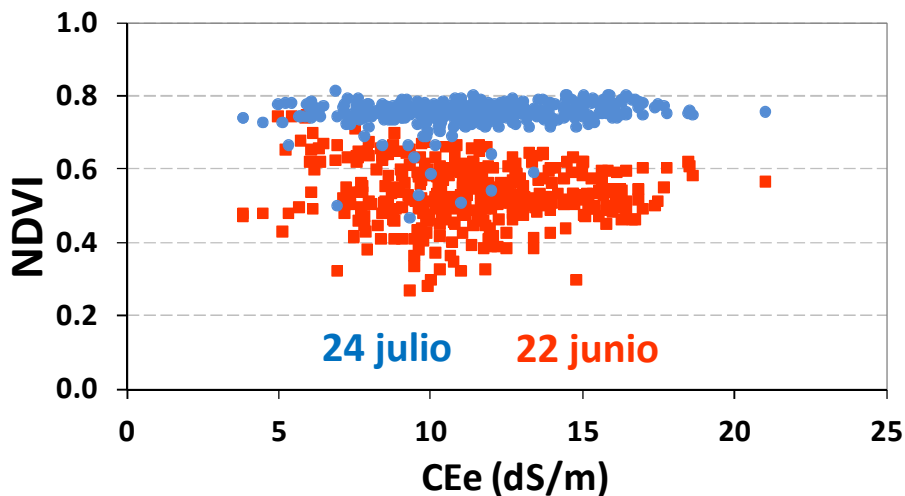
Alfalfa



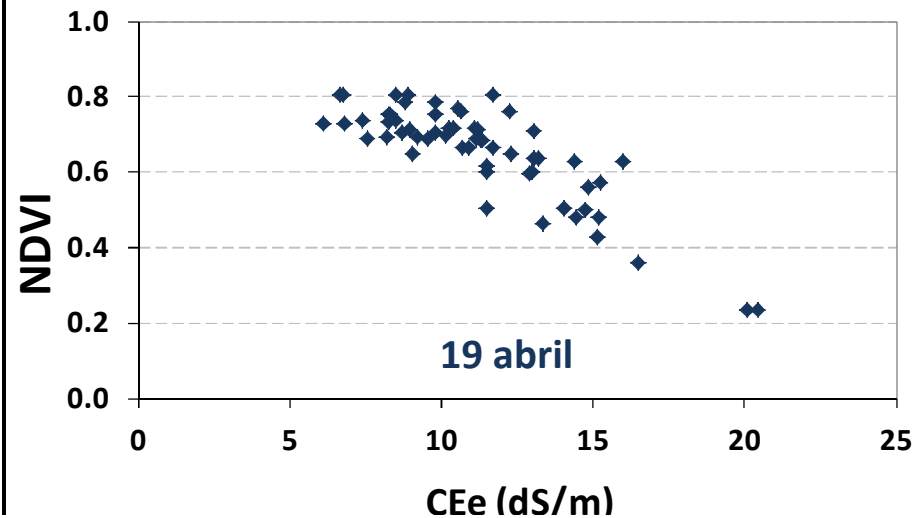
Cebada



Arroz

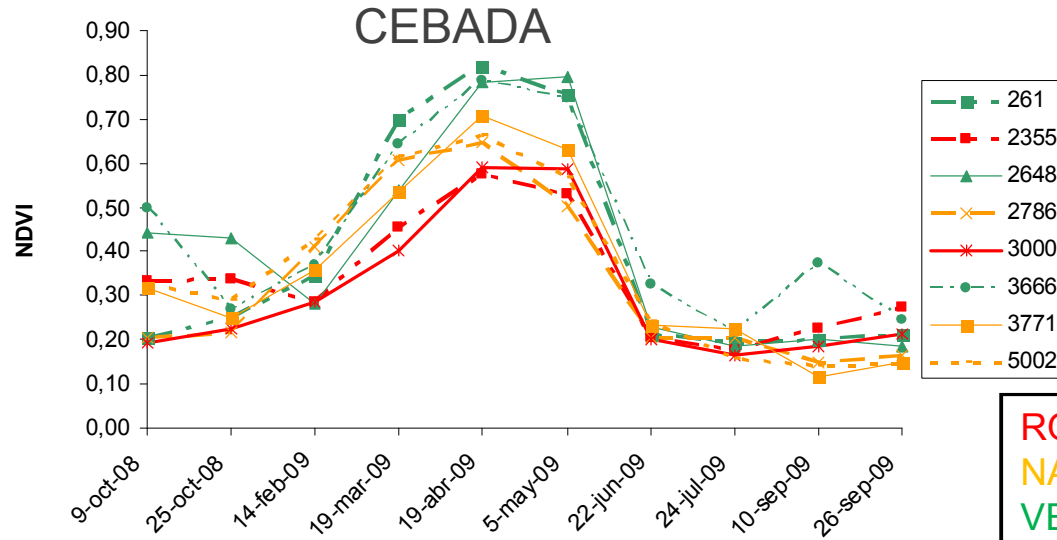


Cebada en suelo salino





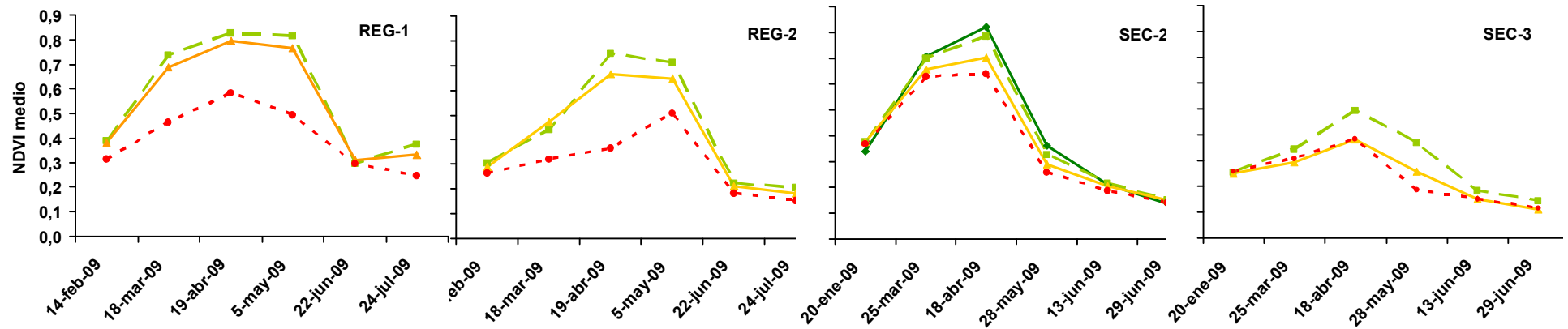
## Parcelas



## Evolución NDVI medio

**ROJO:** Salinidad alta  
**NARANJA:** Salinidad moderada  
**VERDE:** No salinas

## Fases salinas



**NS:** CEe < 4 dS/m  
**LS:** 4 dS/m ≤ CEe ≤ 8 dS/m  
**MS:** 8 dS/m < CEe < 16 dS/m  
**FS:** ≥ 16 dS/m

## Localización de zonas problemáticas desde el punto de vista agrícola

*Estratificación del territorio*

*Clasificación no supervisada de imágenes NDVI-diferencia (por píxel)*

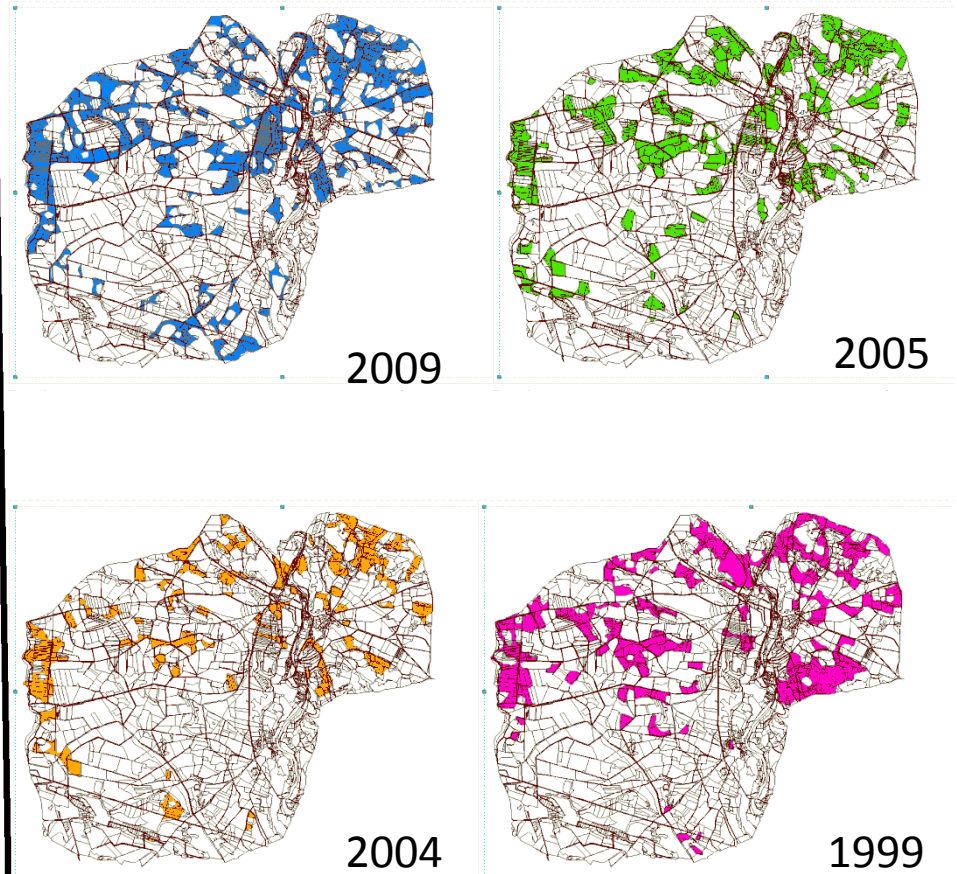
*Reclasificación en tres categorías: Problemática, Intermedia, No problemática*

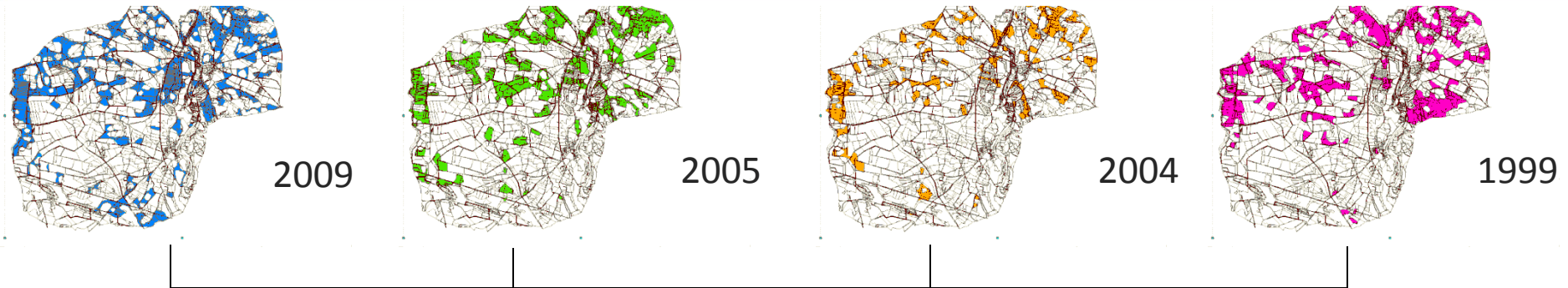
**Mapas de ocurrencia de problemas**

*Generación de envolventes a partir de píxeles problemáticos*

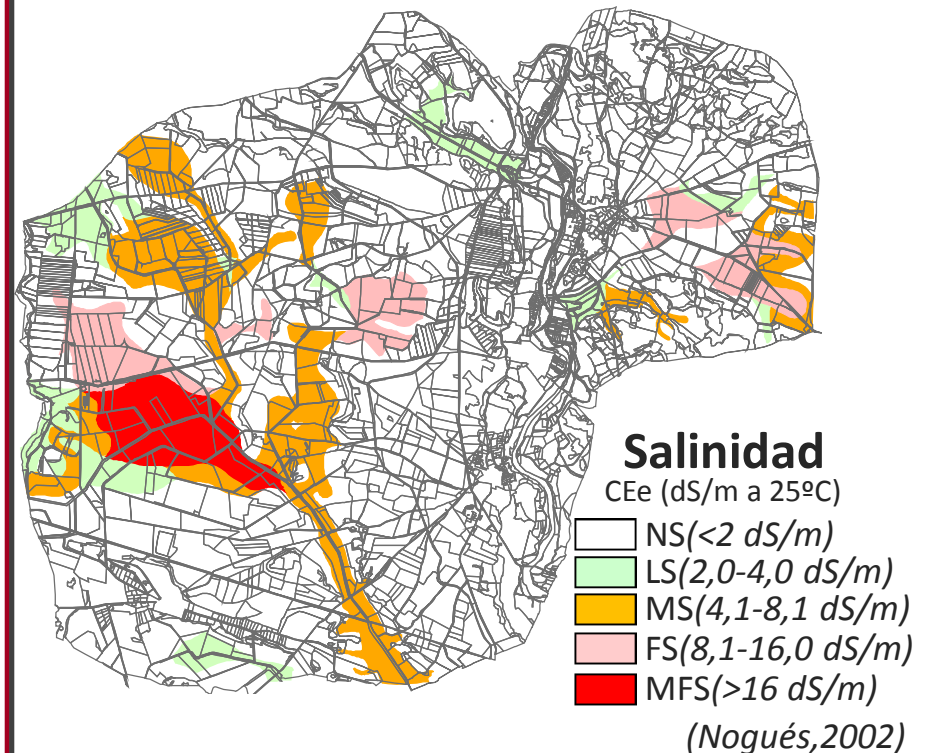
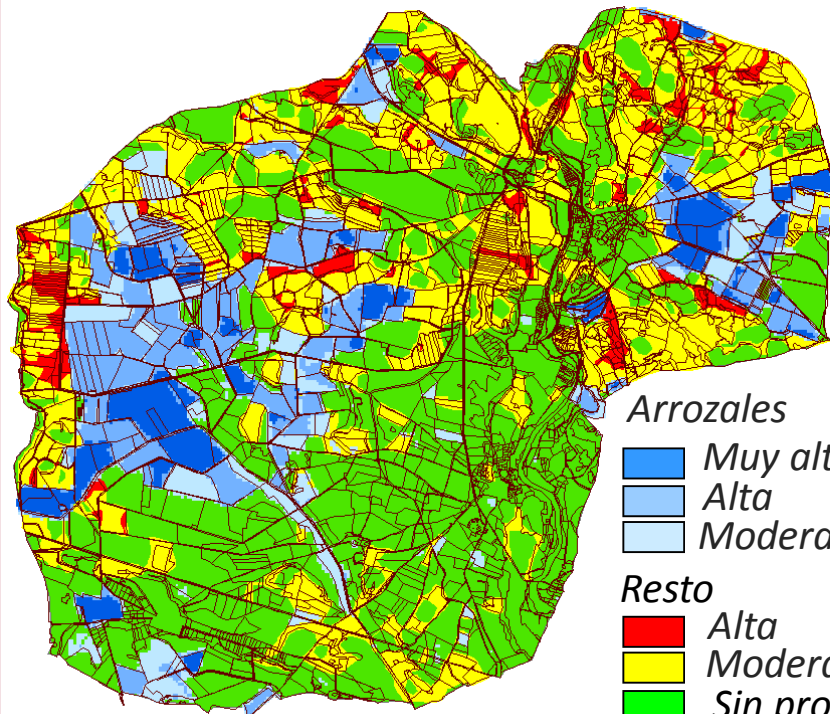
**Mapas de ocurrencia de problemas a escala zonal/regional**

*Barbués y Torres de Barbués (Huesca)*





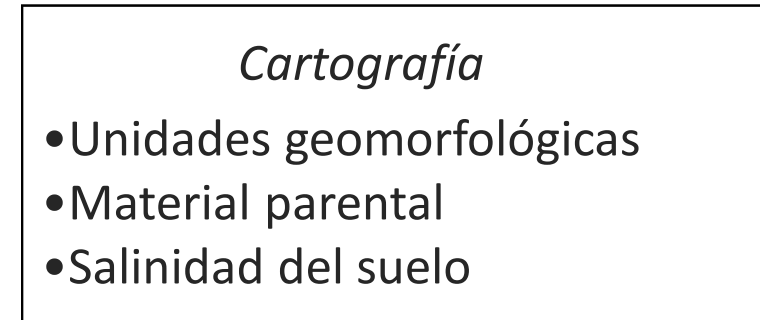
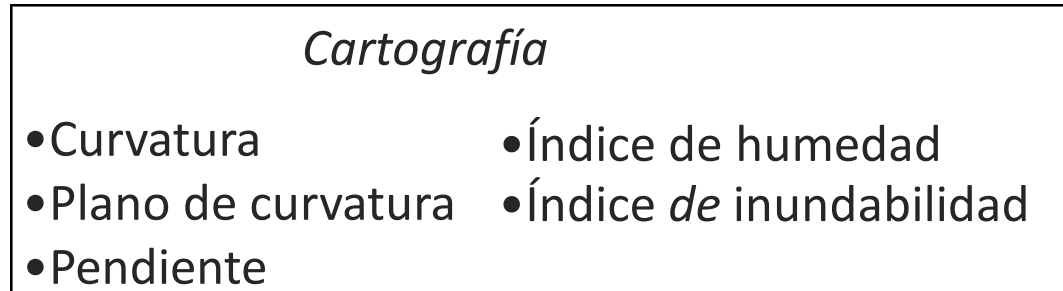
## Mapas de persistencia de problemas





## MDT

## Mapa de suelos



*Reclasificación  
(fº riesgo acum. Sales)*

*Filtrado*

$$RS_{MDT} = A * Pend. + B * Curv + C * Curv.PI + D * Humedad + E * Inund.$$

**Mapa Riesgo de presentar salinidad primaria en función del MDT (  $RS_{MDT}$  )**

*(Urdanoz y Amezcua. V Simposio nacional CDUSS 2011)*

**Mapa Riesgo de presentar salinidad primaria RSP final**

Cartografía de áreas  
problemáticas desde el punto  
de vista agrícola

Cartografía de Riesgo de  
presentar salinidad primaria

*Mapas de persistencia  
(TD, clasificación imágenes)*

*Mapas RSP  
(MDT+capas auxiliares)*

**Mapa de riesgo-Identificación de áreas**



Unidad de Suelos y Riegos (asociada EEAD-CSIC)  
Av. Montañana, 930, CP. 50059 Zaragoza (España)

Contacto: [acasterad@aragon.es](mailto:acasterad@aragon.es)

[www.cita-aragon.es](http://www.cita-aragon.es)



Fotos: Herrero