



## **10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)**

### **Teledetección y sensores medioambientales**

El proyecto GMES de sellado de suelo como ejemplo de una forma distribuida y colaborativa de abordar proyectos europeos de teledetección

María del Rosario Escudero Barbero

Grupo TRAGSA



Lunes 22 de noviembre de 2010



# EL PROYECTO GMES DE SELLADO DE SUELO COMO EJEMPLO DE UNA FORMA DISTRIBUIDA Y COLABORATIVA DE ABORDAR PROYECTOS EUROPEOS DE TELEDETECCIÓN

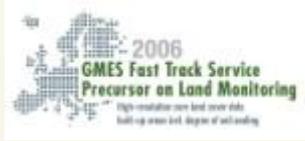
Autores: R. Escudero, B. Sánchez, F. Moral.  
*TRAGSATEC, Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.*



**CONGRESO  
NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE CONAMA 10**



## ANTECEDENTES



## ANTECEDENTES

- Las imágenes de observación de la Tierra son hoy en día la fuente de información geoespacial más importante para el seguimiento (monitorización en el tiempo y en el espacio) de los cambios en el territorio.
- Por ello, su provisión y difusión, como fuente de datos geográficos y de información medioambiental relevante, es objeto de regulación y normalización creciente por parte de las instituciones nacionales y europeas.
- En la Unión Europea es la AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) quien coordina diferentes programas de suministro de información geoespacial, entre ellos los englobados en **GMES (Global Monitoring for Environment and Security)**.



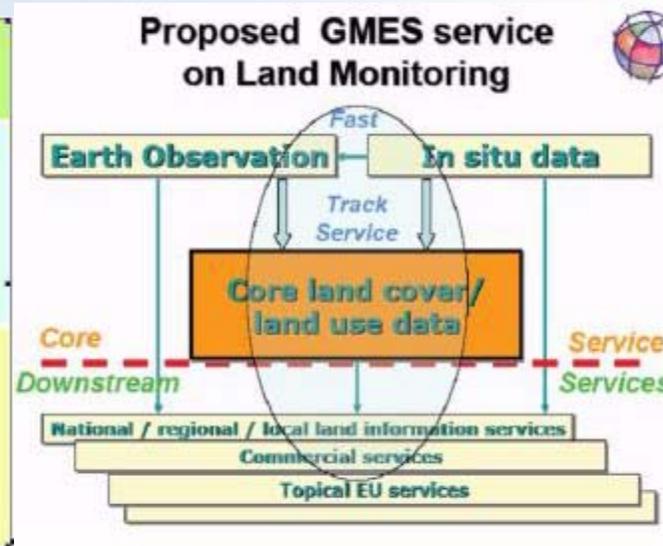
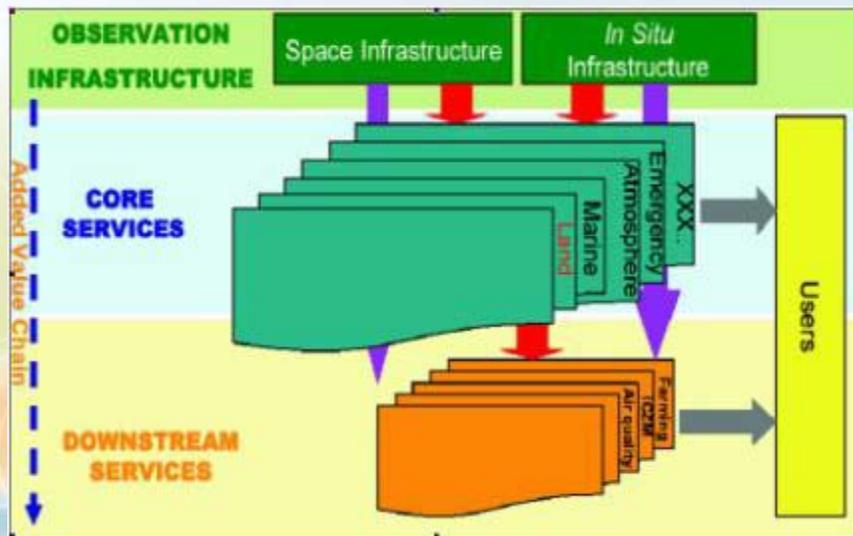
## ANTECEDENTES

- El proyecto FTS Soil Sealing forma parte de los Servicios Fast Track (“mapeado rápido”) de la iniciativa GMES contratados por la AEMA.
- Su objetivo es la generación de un **mapa europeo de áreas construidas y no-construidas con información sobre el grado de sellado** del suelo.
- La AEMA emplea esta capa de información geoespacial, junto con otros datos, para sus labores de gestión y de toma de decisiones en el cumplimiento de los nuevos mandatos medioambientales de la CE/2006, en especial: **La Estrategia Temática del Medioambiente Urbano (Thematic Strategy on the Urban Environment) y La Estrategia Temática de Protección del Suelo (Thematic Strategy on Soil Protection).**



## USO DE DATOS DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA INICIATIVA GMES

GMES/Kopernicus es una iniciativa conjunta ESA- CE cuyo objetivo es promover y financiar proyectos de innovación tecnológica que usen datos de observación de la Tierra y desarrollen servicios y productos de información geoespacial para las administraciones públicas en el campo del medioambiente y la seguridad.





# El Sistema europeo de observación de la Tierra GMES/ KOPERNIKUS



- **ESA** desarrolla la **componente espacial**.
  - **Infraestructura propia: 5 Satélites** valorada en **2.400 M€**
  - **Programas espaciales nacionales: Pleiades, Cosmo Skymed, SEOSAT, INGENIO, etc.**

- **CE (AEMA) promueve los servicios GMES.**

Financiación a través de:

- **Programa del Espacio del VII PM para el periodo 2007-2013.**
- **Proyectos ad hoc enteramente financiados por la CE (Fast Track Services, Atlas Urbano, etc.)**





# Proyectos GSE (GMES Service Element)

con participación española

con participación de Tragsatec

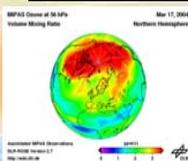
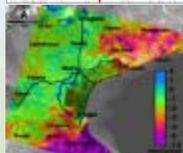
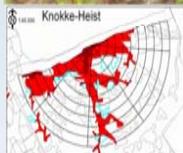
Cubierta terrestre y usos del suelo (LC&LU)

Servicios medioambientales marinos y costeros

Gestión de riesgos geotécnicos

Seguridad Alimentaria

Contaminación Atmosférica



## Servicios GSE

100 M€ESA

GSE Land

PolarView

MarCoast

GSE Forest

TERRAFIRMA

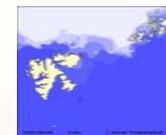
RISK-EOS

GMFS

RESPOND

PROMOTE

MARISS



Medioambiente polar

Vigilancia Forestal

Riesgo de inundaciones e incendios

Ayuda Humanitaria

Seguridad Marítima

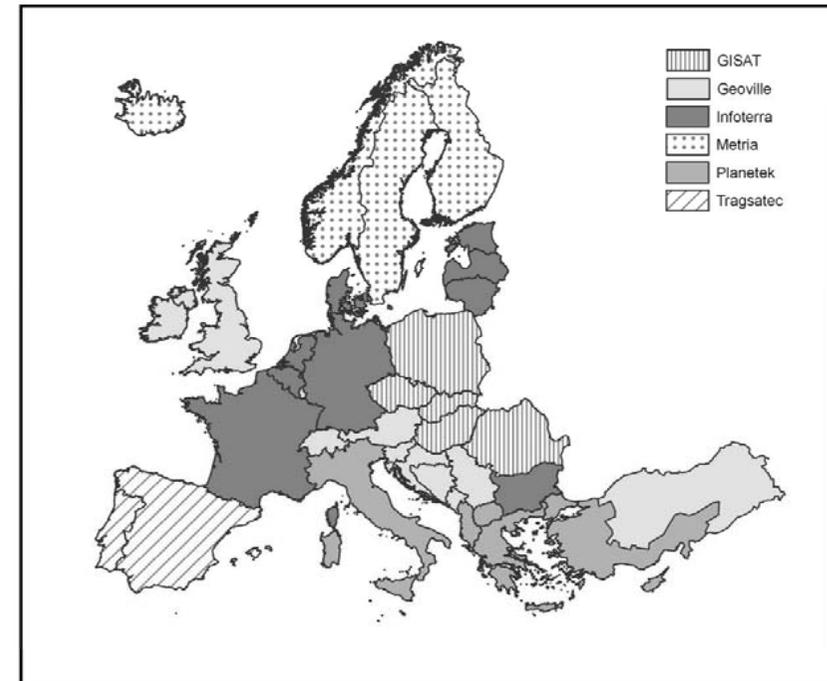
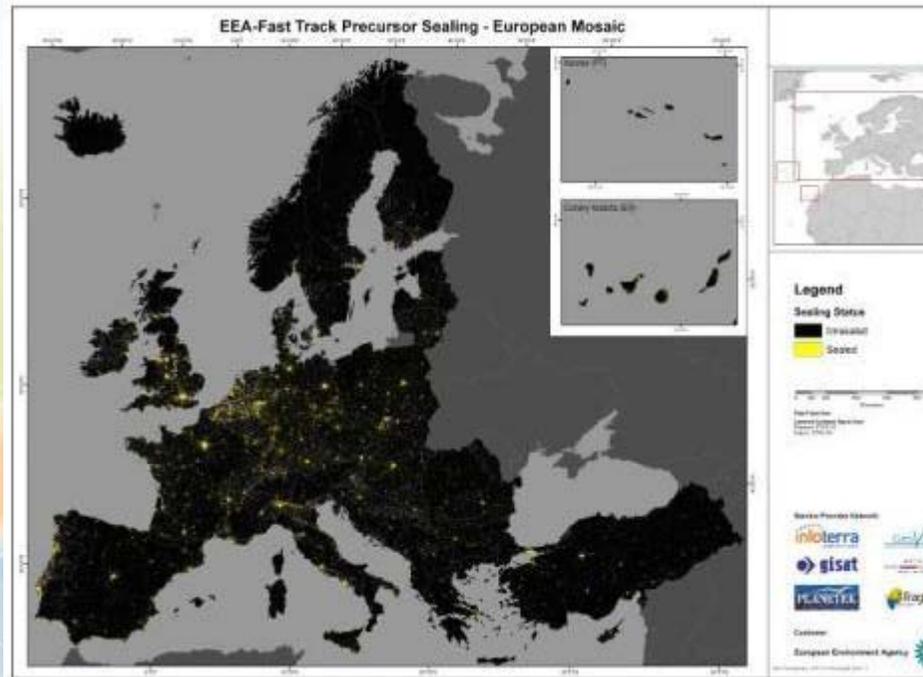


# PRESENTACION DEL PROYECTO

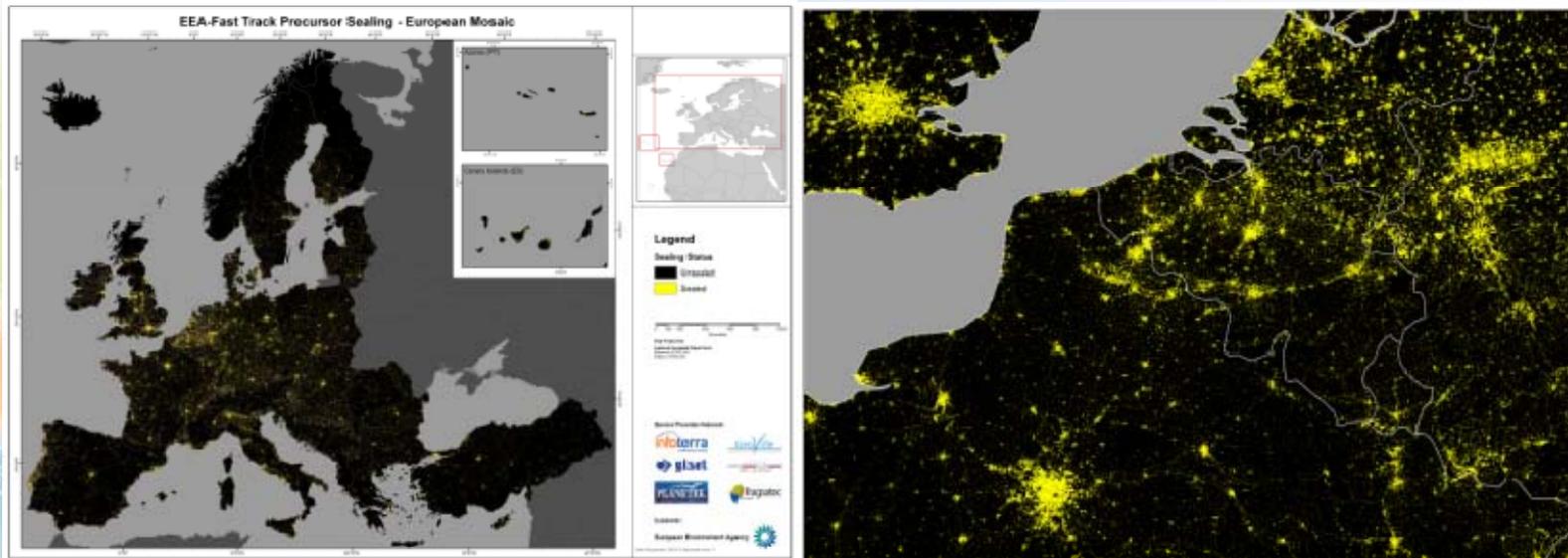


## OBJETIVO DEL PROYECTO FTS SOIL SEALING

Producir de forma rápida y homogénea una **cobertura europea de áreas construidas** en la que se incluya el nivel de sellado del suelo (en porcentaje) a partir de la clasificación de imágenes de satélite de alta resolución.



- A nivel europeo, los mayores impactos originados por el sellado del suelo se producen en zonas intensivamente urbanizadas como las correspondientes al centro de Europa.
- Las costas mediterráneas y algunas áreas montañosas se ven sometidas a profundas reorganizaciones espaciales a consecuencia del turismo de masas.





## IMPORTANCIA DEL RECURSO SUELO

- El suelo es un recurso natural clave y complejo, al que hasta el momento actual no se ha prestado la atención requerida y que no goza de una protección equiparable a la del agua o el aire.
- Retraso en el desarrollo de la legislación comunitaria en la materia («Estrategia temática para la protección del suelo» [COM \(2006\) 231](#))
- Importancia del recurso suelo: producción de biomasa, reserva de biodiversidad, filtro de agua, almacén de nutrientes y retención de carbono.





## IMPORTANCIA DEL PROYECTO

- Avala la teledetección como tecnología de bajo coste para la actualización de cartografía temática de ocupación del suelo demostrando su gran capacidad de producción en un corto periodo de tiempo.
- El proyecto se aborda de forma cooperativa y descentralizada por parte de un grupo de empresas, compartiendo tecnología, métodos y procedimientos de trabajo y con unos controles de calidad rigurosos.  
**GMES** → Fomenta una forma colaborativa de trabajar en proyectos de teledetección /innovación a escala europea.
- Infoterra GmbH (Alemania), GeoVille GmbH (Austria), GISAT (República Checa), Metria (Suecia), Planetek (Italia) ,Tragsatec SA (España).



## OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

Producto final:

Capa ráster que engloba áreas construidas con uso diverso (residencial, industrial, recreativo...) más vías de comunicación y sus áreas asociadas. El grado de sellado del suelo se define píxel a píxel de forma porcentual sobre estas zonas.

Cobertura:

**EU27** + territorios limítrofes = 38 países (5.8 m Km2)

Año Ref:

2006. Proyecto Image 2006: 2 fechas con al menos 6 semanas de diferencia de los satélites Spot 4/5 (HRVIR) o IRS-P6 LISS-III.

Resolución espacial:

**20 x 20 m**

Precisión temática:

**85%** sobre muestra aleatoria en imágenes VHR de Google Earth

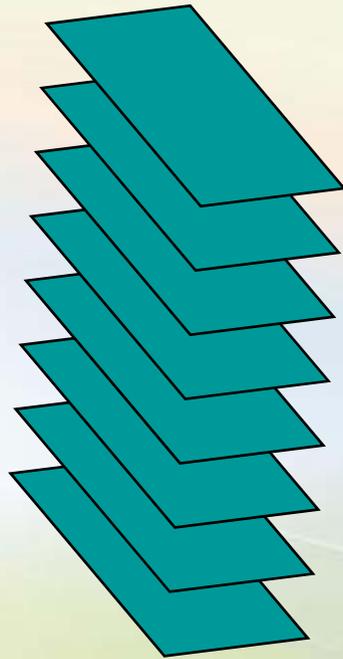
Sistema proyección:

**Nacional UTM, ETRS89**

Tiempo de ejecución:

**6 meses (España + Portugal) 12 meses la totalidad del territorio (5,8 m Km2)**

## DATOS DE PARTIDA



### UNIDADES DE TRABAJO BITEMPORALES COMPUESTAS DE 8 BANDAS

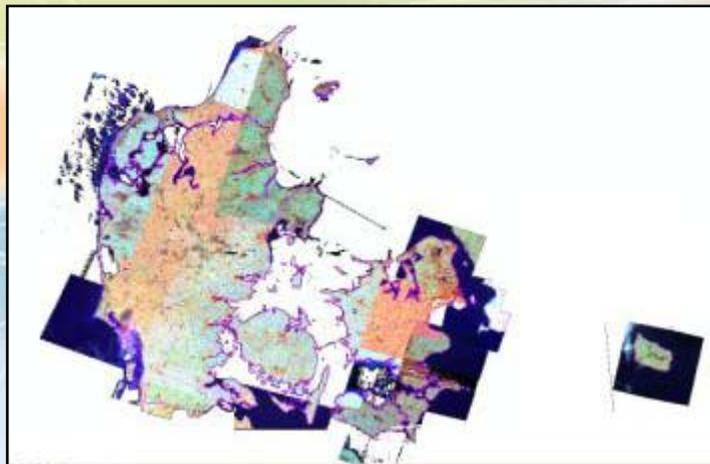
4 BANDAS SPOT 4/5 →

6 semanas diferencia

4 BANDAS IRS LISS-III →

V  
R  
IRC  
IRM

V  
R  
IRC  
IRM



- Unidades de trabajo de partida usadas para la producción de Dinamarca



## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

- Cobertura raster continua de **áreas construidas** en la que se incluya el **nivel de sellado** de las áreas construidas entre un rango de 0-100% y con una resolución de 20m x 20m y precisión temática del 85% homogénea y comparable para la Unión Europea
- Áreas construidas: todos aquellos píxeles que cubran total o parcialmente casas y edificios, vías de comunicación (carreteras y vías férreas), zonas industriales, áreas de aparcamiento y resto de espacios auxiliares ligados a actividades humanas
- Quedan excluidos de esta definición todos los píxeles que comprendan áreas totalmente vegetadas, aunque estas estén próximas o relacionadas con áreas de actividades antrópicas (parques, jardines, etc.) así como áreas desprovistas de vegetación como suelos desnudos, afloramientos rocosos, glaciares, cuerpos de agua, etc

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Cobertura europea de **áreas construidas**, incluyendo su **nivel de sellado** entre un rango de 0-100%. Resolución de 20m de píxel, año 2006 de referencia y 85% de precisión temática.

**Áreas construidas**: píxeles cubiertos total o parcialmente de edificios, vías de comunicación (carreteras y vías férreas), zonas industriales, áreas de aparcamiento y resto de espacios auxiliares ligados a actividades humanas.

Quedan excluidos las áreas verdes como parques, jardines, etc y las áreas desprovistas de vegetación como suelos desnudos, afloramientos rocosos, glaciares, cuerpos de agua, etc





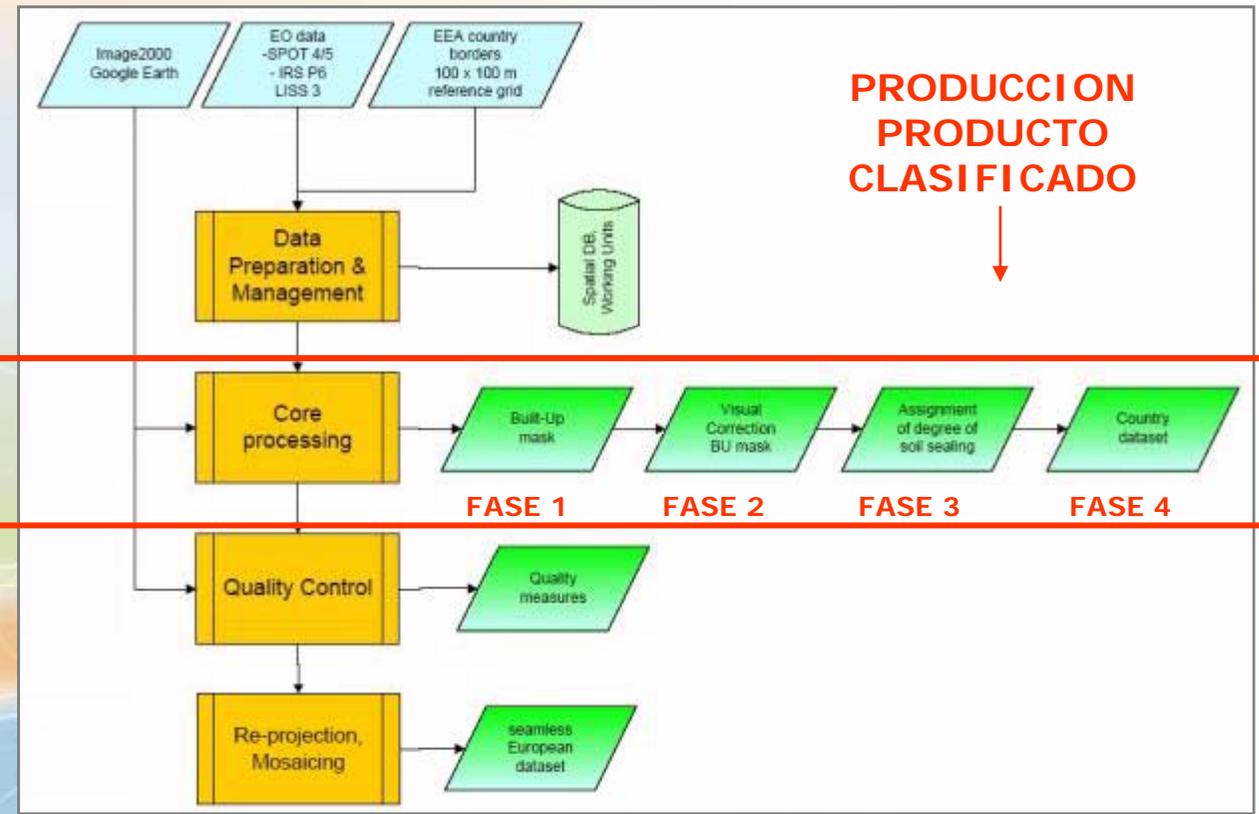
# METODOLOGÍA



# METODOLOGÍA DEL PROYECTO

## ESQUEMA GENERAL:

1. Preparación de los datos de entrada
- 2 y 3. Procesado de las unidades de trabajo. Mosaicos nacionales
4. Control de calidad
5. Reproyección y mosaicado a nivel europeo



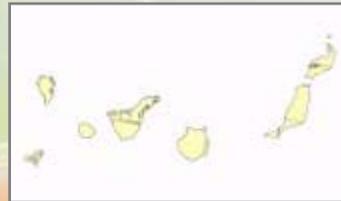
## 1. PREPARACIÓN DE LOS DATOS DE ENTRADA

- ✓ A cargo de Metria
- ✓ Se establecieron unidades de trabajo (área común cubierta por las dos fechas de imágenes) para facilitar el control de los procesos y optimizar los tiempos.

**ESPAÑA: 142 UT**

**PORTUGAL: 53 UT**

Canarias



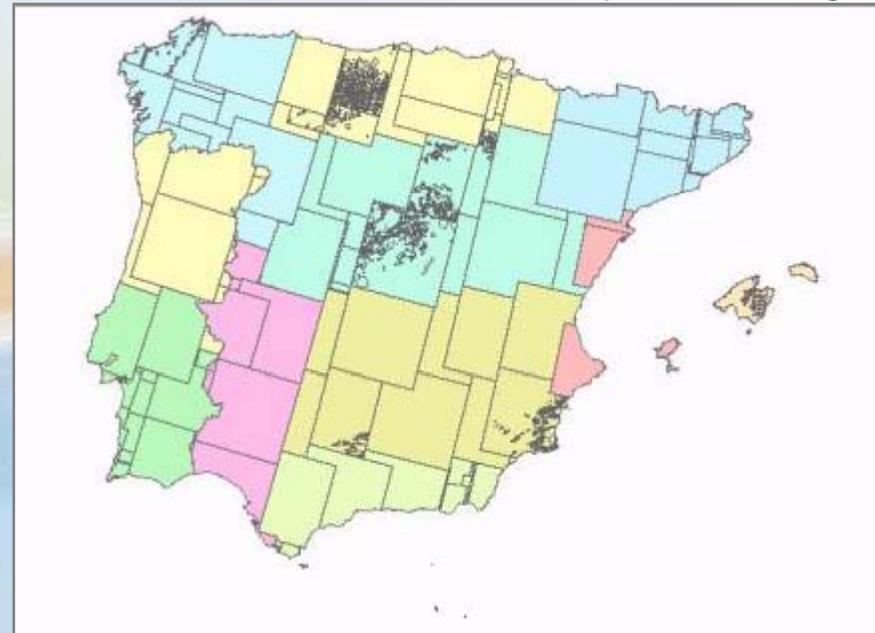
Azores



Madeira



España- Portugal





## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO

- **Fase 1.** Clasificación híbrida automatizada (combina técnicas de clasificación no supervisada y supervisada) para obtener un raster clasificado en áreas no-construidas y construidas
- **Fase 2:** Edición manual de la unidad clasificada para depurar los errores detectados en el raster clasificado con el fin de obtener un producto con una precisión temática  $\geq 85\%$ .
- **Fase 3:** Derivación del grado de sellado para las áreas clasificadas como construidas, basado en los valores del Índice de Vegetación Normalizado para las áreas clasificadas como construidas.



## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO



### Grados de sellado

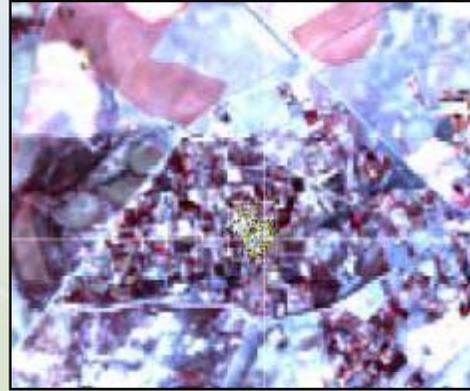


## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO FASE 1. CLASIFICACIÓN HÍBRIDA

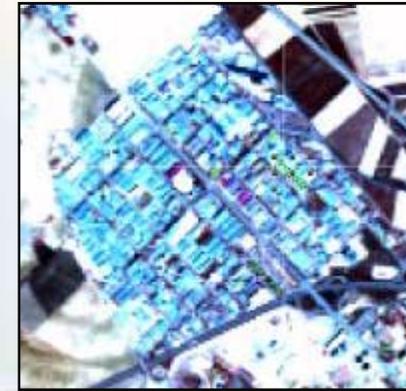
- Clasificación semiautomática
  - ✓ Toma de 50 AOIs/WU de zonas a clasificar como sellado (visualización de imagen en NIR,SWIR,Red que se corresponde con bandas 7,8,6 o 3,4,2).  
Crecimiento de semilla por distancia espectral euclídeana



Ejemplo AOI sobre núcleo urbano



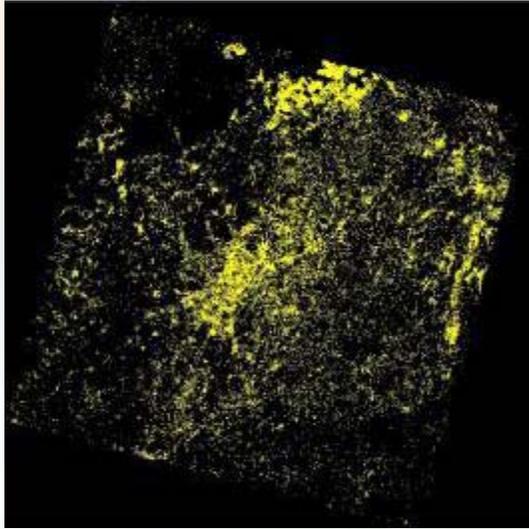
Ejemplo AOI sobre zona residencial



Ejemplo AOI sobre zona industrial

- ✓ Clasificación Isodata para obtención de 20 firmas espectrales de construido  
(**RESULTADO: fichero con 20 firmas de construido**)

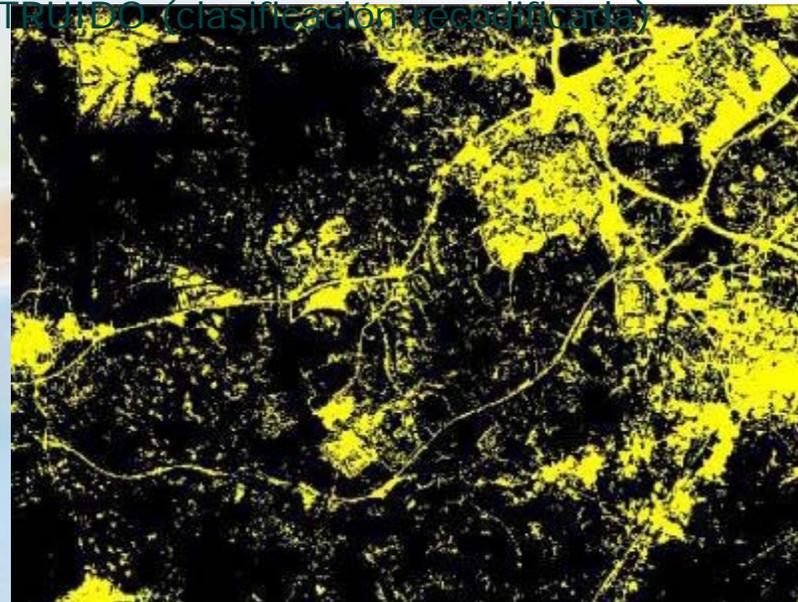
## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO FASE 1. CLASIFICACIÓN HÍBRIDA



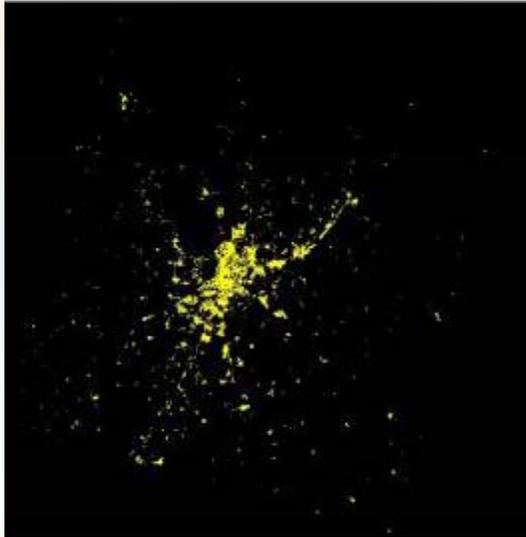
Mascara de sellado de una WU resultado de la fase I

Detalle de la máscara en el que se aprecia la labor de edición necesaria para depurar el resultado de la máscara

- Proceso de clasificación:
  - ✓ Fase de entrenamiento (toma de firmas)
  - ✓ Clasificación ISODATA.
  - ✓ Edición de firmas: eliminación de clases mixtas y refinamiento de firmas de construido
  - ✓ Clasificación de máxima probabilidad
  - ✓ RESULTADO: Mapa de CONSTRUIDO/NO CONSTRUIDO (clasificación recodificada)

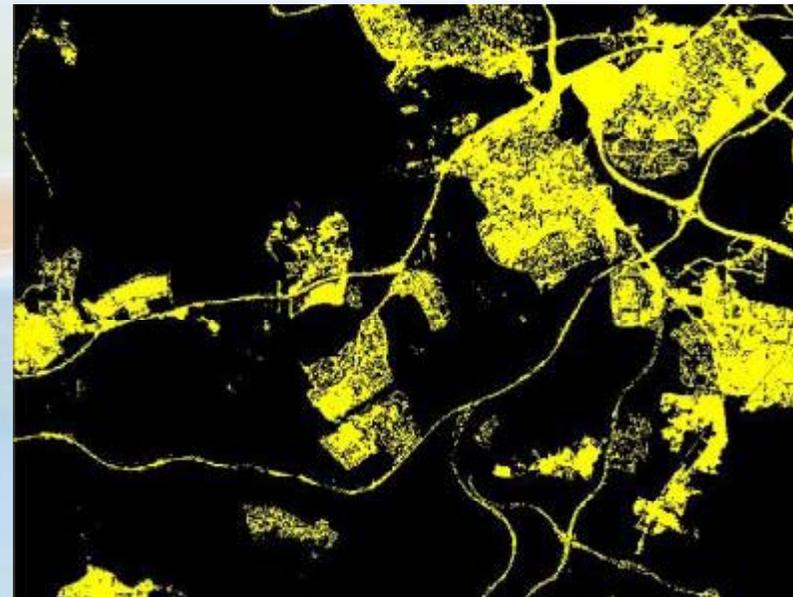


## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO FASE 2. EDICIÓN

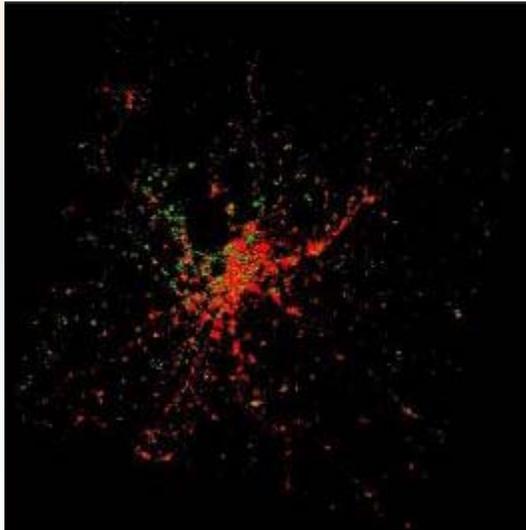


- Edición de la máscara de construido/no construido con herramienta propia de edición: RASTER EDITOR
- Información auxiliar utilizada en la edición: imágenes del PNT , CORINE, SIGPAC
- Mejora el aspecto final del producto (homogeneización) producto

Detalle de la máscara editada



## 2. PROCESADO DE LAS UNIDADES DE TRABAJO FASE 3. DERIVACIÓN DEL GRADO DE SELLADO

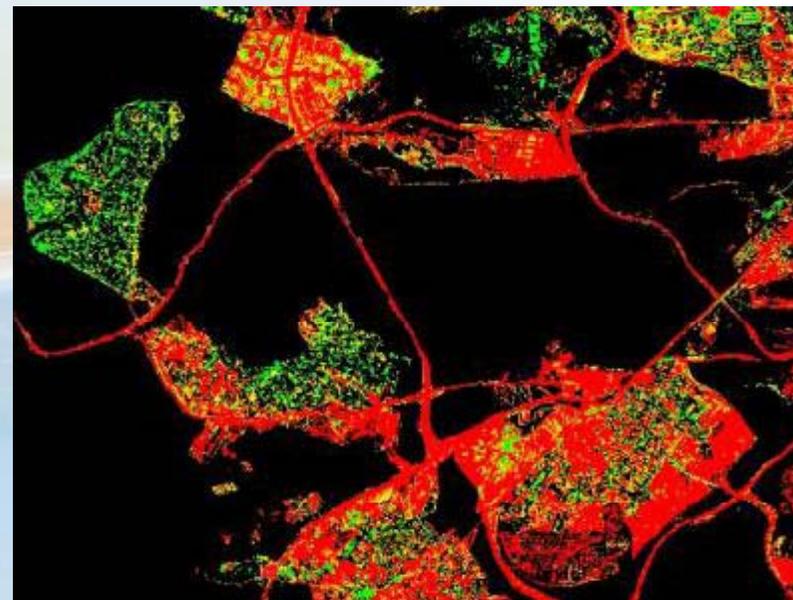


- Partimos de mascara construido/no construido
- Se calcula el NDVI sobre la fecha de imagen con mayor vigor vegetativo, se escala este NDVI (-1 y +1) a valores de 8 bits y a una escala de 1 a 100 (conforme a una media y SD preestablecida)
- Clasificación no supervisada del NDVI: 10 clases
- Por revisión visual se decidía la clase a partir de la cual se consif;dera el nivel de sellado 100%.

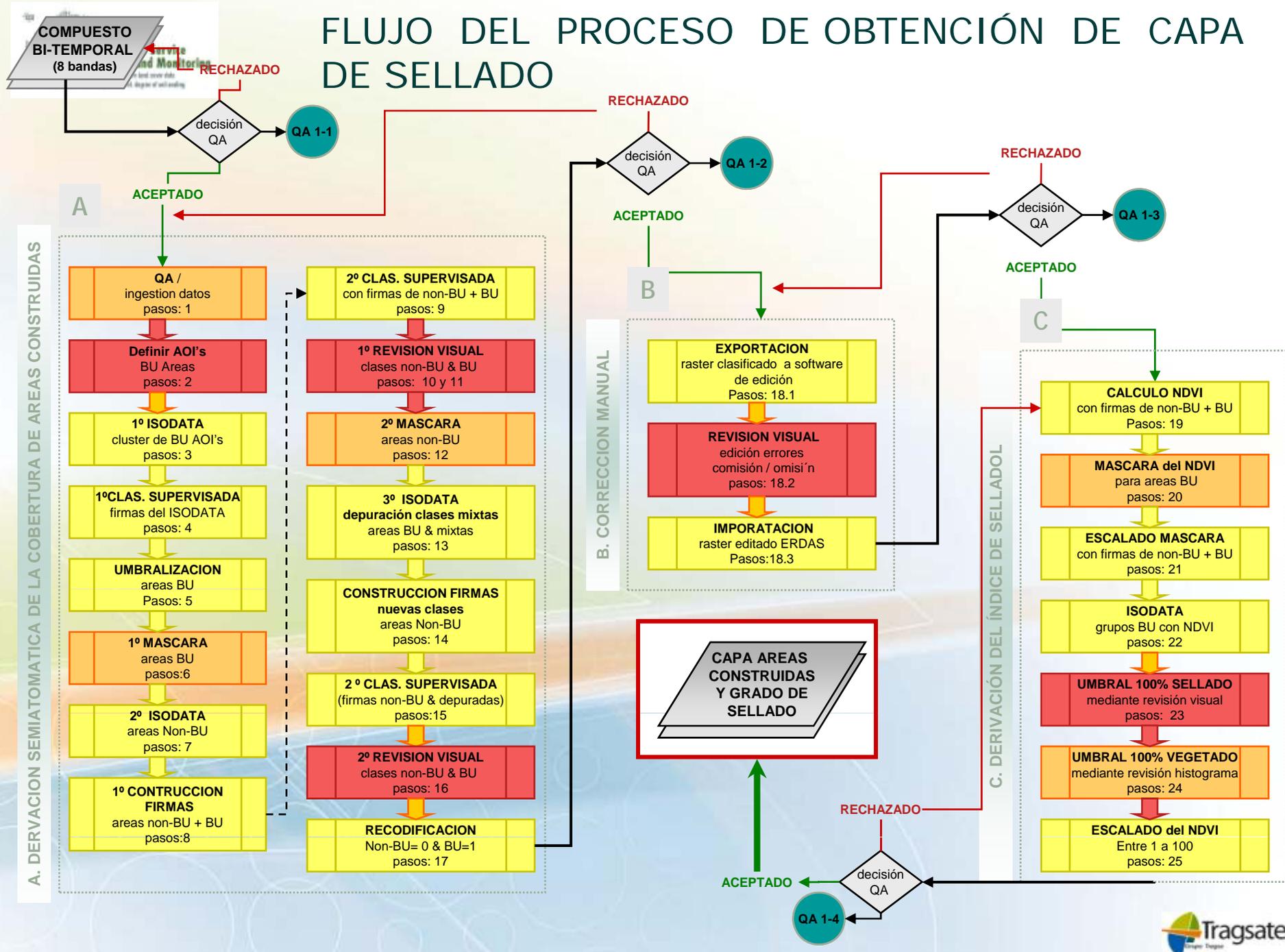
- Escalado del NDVI en 100 grados entre los valores de los umbrales.
- Recodificación a 0 zonas fuera de mapa; 1-100 niveles de sellado; 255 no construido

### Grados de sellado

	1% - 25%
	26% - 50%
	51% - 75%
	76% - 100%

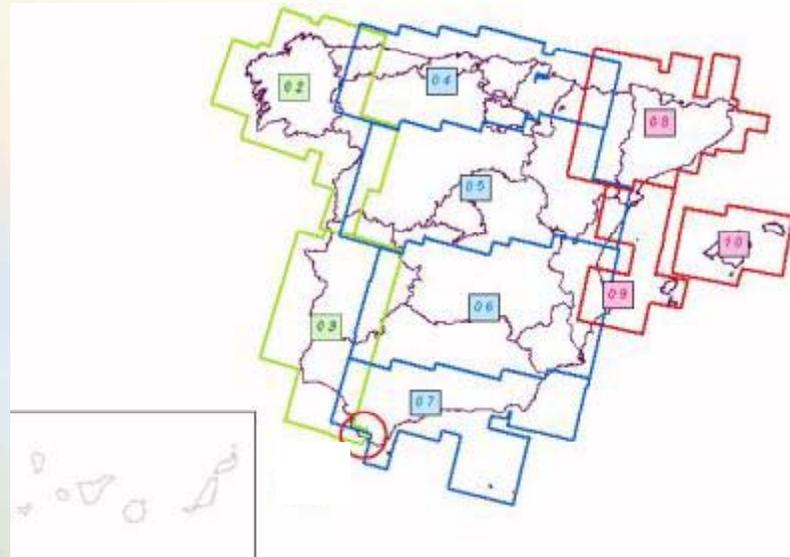
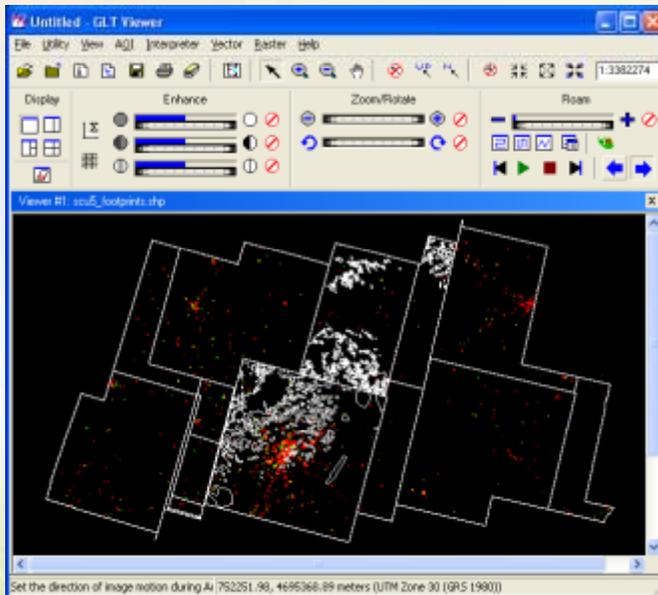


# FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CAPA DE SELLADO



### 3. GENERACIÓN DE MOSAICOS A NIVEL NACIONAL

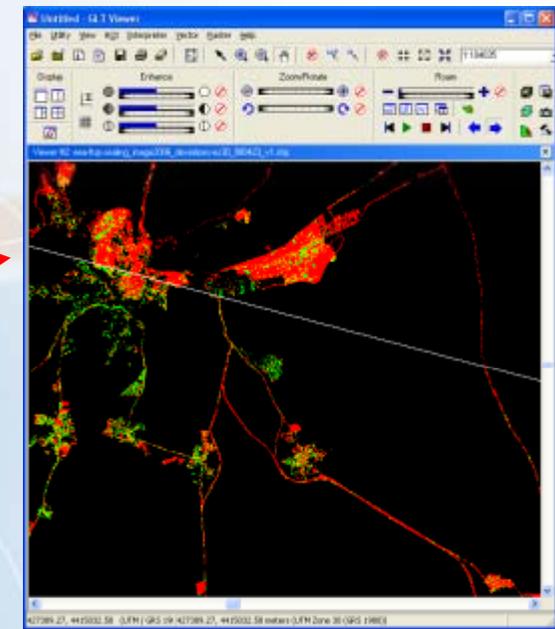
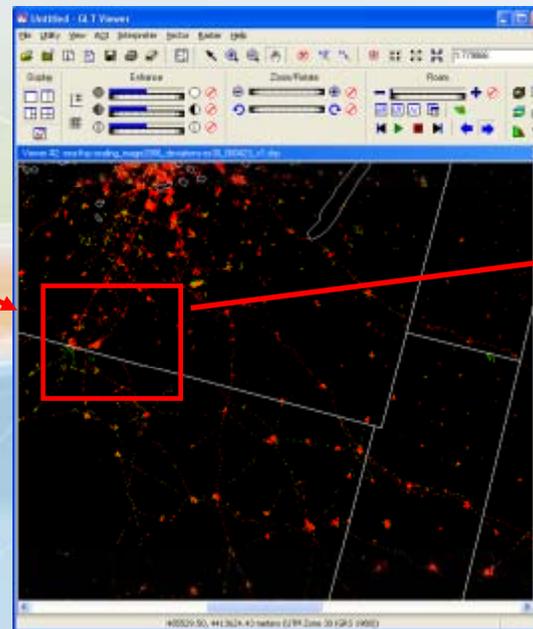
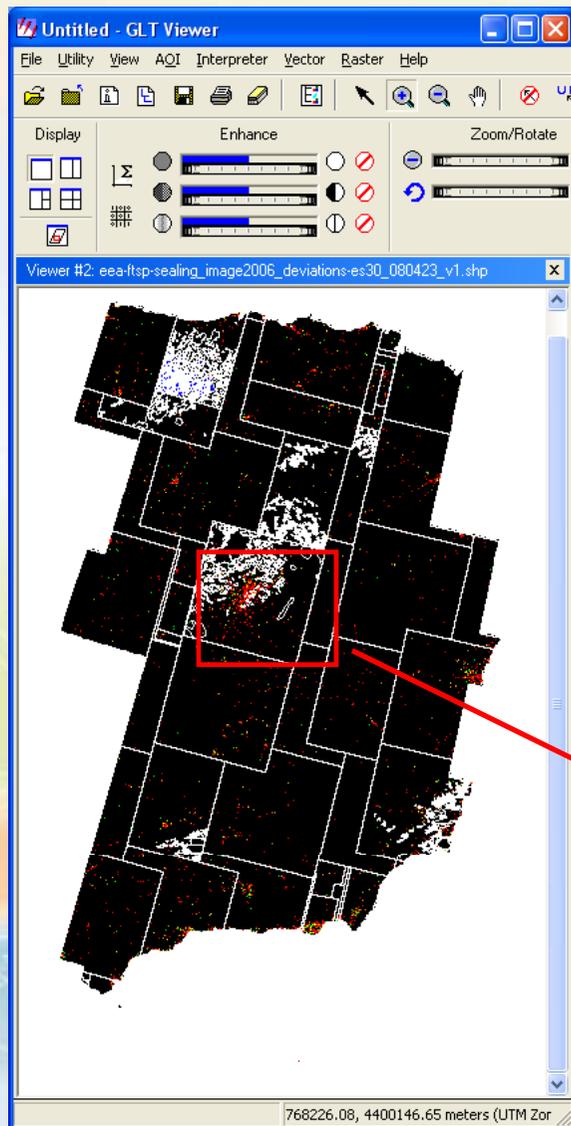
- Unión de las unidades de trabajo en submosaicos nacionales



- La revisión del producto por submosaicos es más manejable que si se hubiera hecho una revisión por husos
- Control de calidad de los submosaicos prestando atención a:
  - ✓ Bordes
  - ✓ Continuidad
  - ✓ Apariencia general

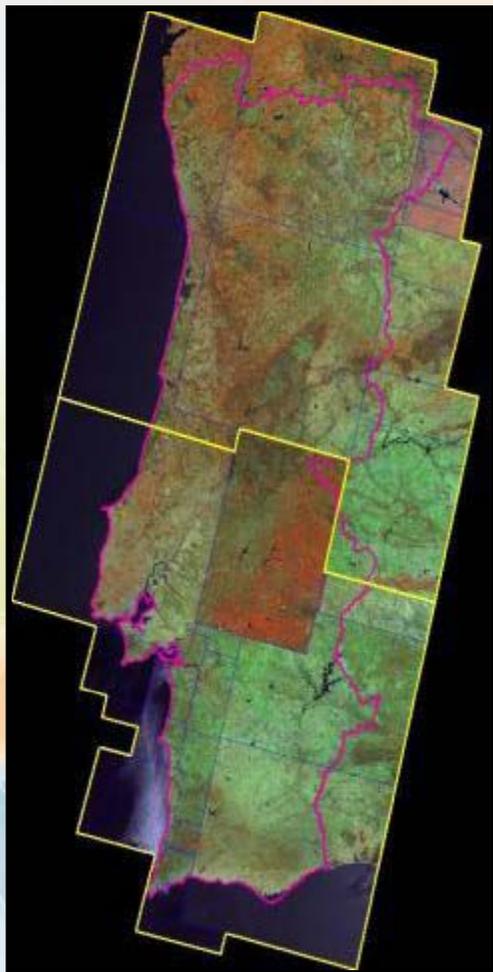
### 3. GENERACIÓN DE MOSAICOS A NIVEL NACIONAL

- Mosaicado por husos
- Revisión de la unión de submosaicos
- Recorte por bordes nacionales



### 3. GENERACIÓN DE MOSAICOS A NIVEL NACIONAL Resultados

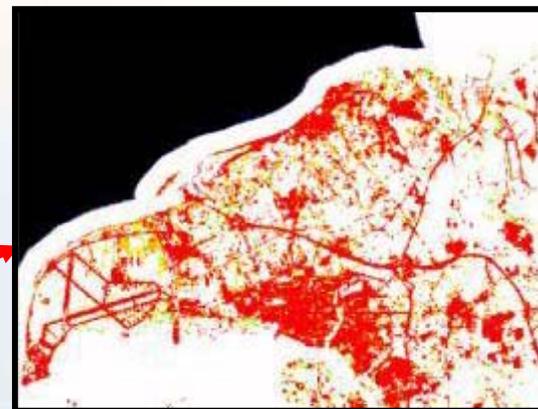
**MOSAICO de IMÁGENES de  
PORTUGAL**



**MOSAICO de NIVELES DE  
SELLADO de PORTUGAL**



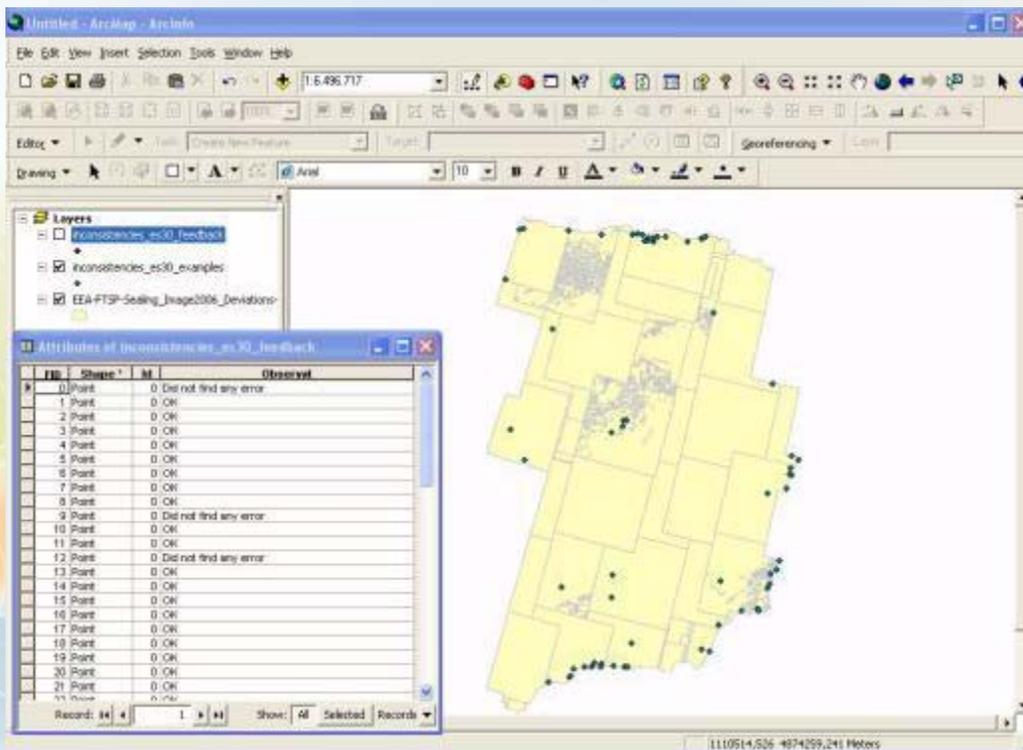
**DETALLE**





## 4. CONTROL DE CALIDAD INTERNO: Infoterra

- Control sobre muestras distribuidas aleatoriamente sobre la imagen; comparación de resultado sobre ortofoto/VHR proporcionada por Google Earth (**Validación**) y la misma muestra en el producto del sellado. Proporciona un resultado cuantitativo de la calidad del producto (debe ser > 85 %)
- Comprobación de máscara de construido
- Comprobación de niveles de sellado





## 4. CONTROL DE CALIDAD INTERNO: Infoterra

- **Comprobación de máscara de construido y los niveles del sellado.** Procedimiento seguido:
  - ✓ Definición aleatoria de muestras
  - ✓ Tamaño de la muestra: 100 x 100 metros
  - ✓ Cruce espacial para cada muestra entre el valor del ráster y el de la ortofoto VHR obtenido por fotointerpretación. Resultado de validación en tanto por cien evaluando (errores de omisión como los de comisión).



## 4. CONTROL DE CALIDAD INTERNO: Infoterra

### ➤ Número de muestras por país

Country	Area [ km <sup>2</sup> ]	Número de muestras de validación
Portugal	92.391	127
Spain	504.782	581

### ➤ Resultados del control de calidad de Infoterra

Country	Resultado comprobación de niveles de sellado	Resultado comprobación de máscara de construido (nivel del 80 al 100% de sellado)
Portugal	62.9 %	<b>87.1 %</b>
Spain	79 %	<b>92.5 %</b>



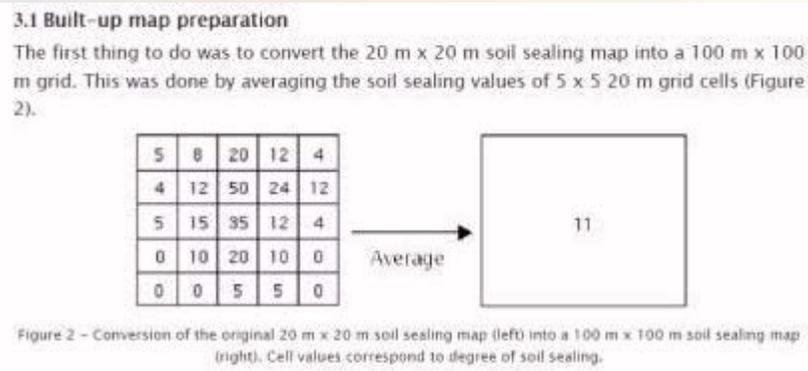
## 4. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO: AEMA

- A cargo de los organismos colaboradores de la AEMA en cada país:
- Procedimiento:
  - ✓ Complimentar cuestionarios sobre apariencia visual
  - ✓ Detección de construido (definido como superficies con grado de sellado de suelo entre 80-100 %)
  - ✓ Control sobre muestras distribuidas aleatoriamente sobre la imagen comparación de resultado sobre ortofoto. Tamaño de muestra: 100 x 100 metros

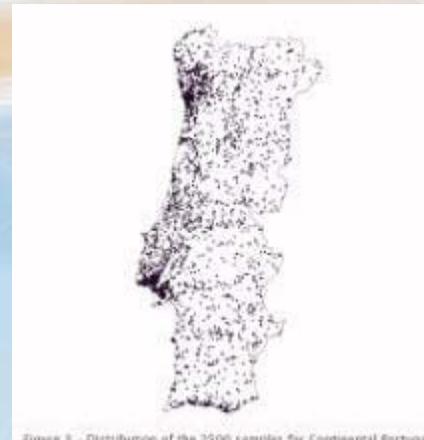
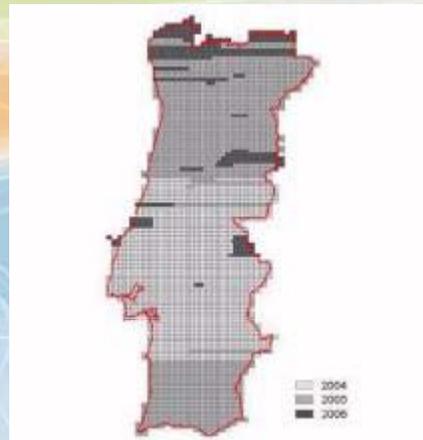
## 4. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO: AEMA (Instituto Geográfico Portugués)

### ➤ METODOLOGÍA:

1. Remuestreo de la capa de sellado para control de calidad: paso de píxel de 20x20 en 100x100 metros.



2. Creación de base de datos de referencia por país (Portugal 2500 muestras)



## 4. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO: AEMA

### 3. Revisión de las muestras por un equipo de fotointérpretes

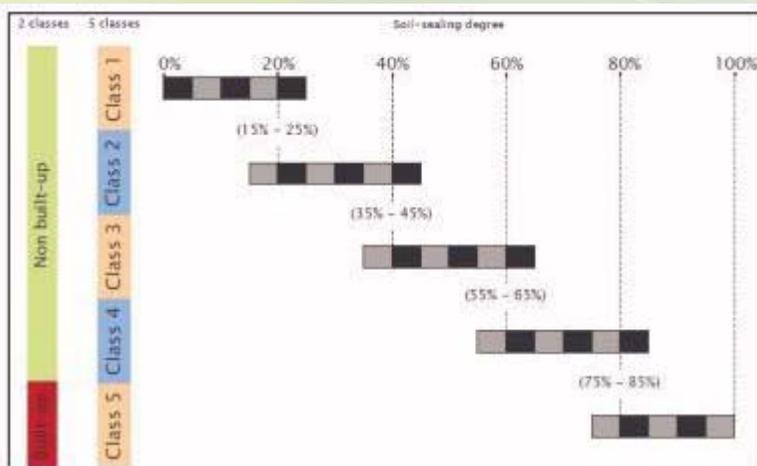
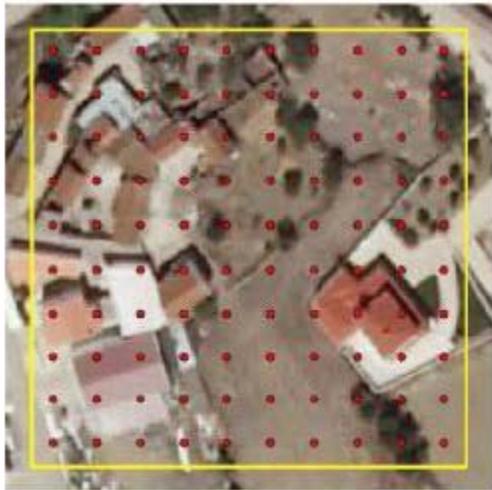


Figure 7 – Illustration of fuzzy intervals in the breaking values of soil-sealing classes.



Visual interpretation: 59%

Built-up map: 83%



Visual interpretation: 53%

Built-up map: 87%



Visual interpretation: 2%

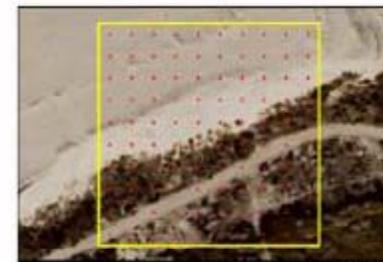
Built-up map: 81%



Visual interpretation: 6%

Built-up map: 96%

Figure 9 – Examples of misclassification of agriculture land (fallow land) as built-up areas.



Visual interpretation: 47%

Built-up map: 100%



Visual interpretation: 2%

Built-up map: 91%

Figure 10 – Examples of misclassification of beaches, bare soil and sparse vegetation in dry soils.



## 4. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO: AEMA

- Matrices de contingencia y resultado del control de calidad en Portugal.

Table 3 - Sample error matrix (rigid), where values represent number of sample observations. PA is producer's accuracy (%); UA is the user's accuracy (%); and OA is the overall accuracy (%). Reference represented in columns while map is represented in lines.

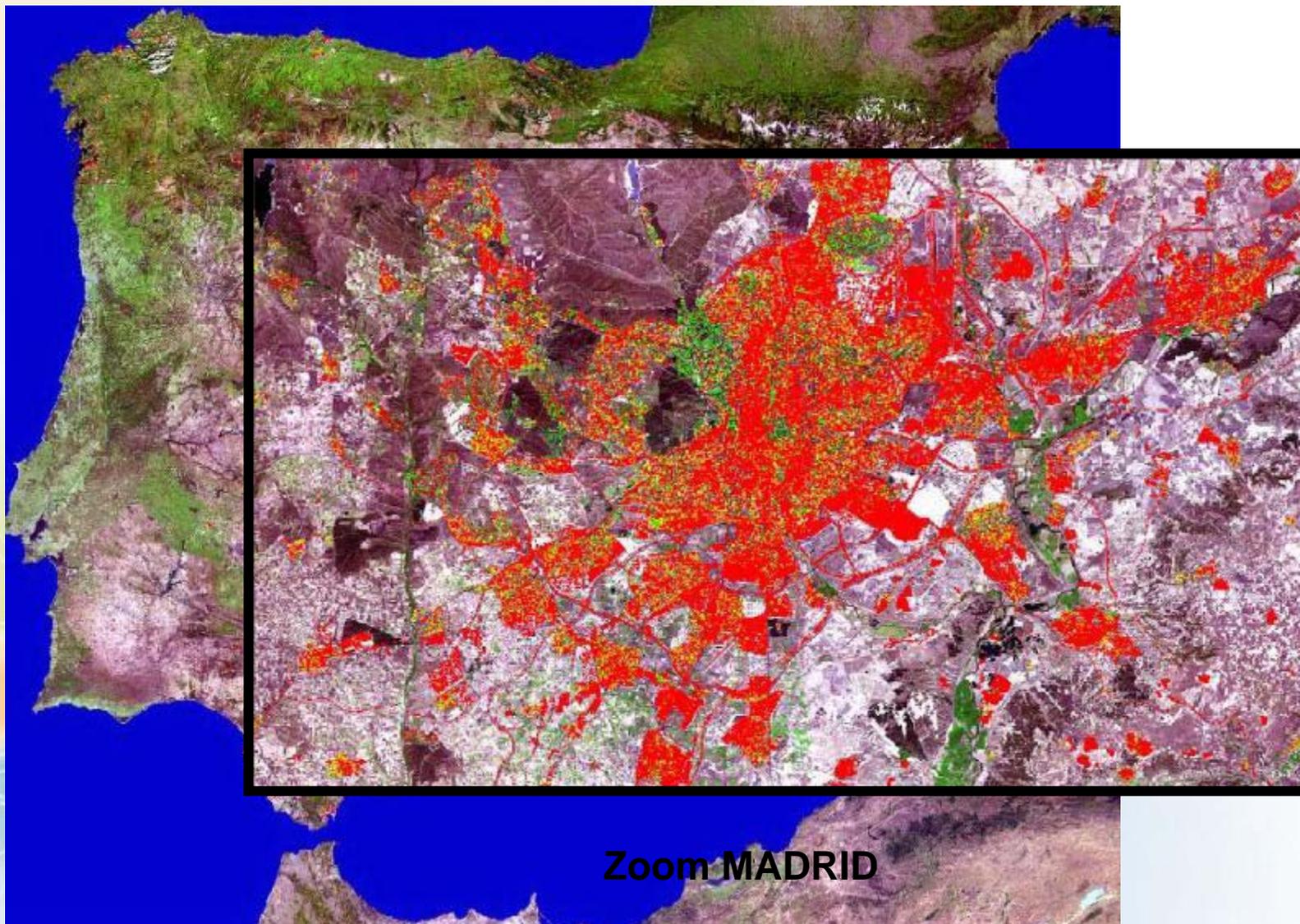
	Non built-up	Built-up	Total	UA
Non built-up	1973	27	2000	98.65
Built-up	233	267	500	53.40
Total	2206	294	2500	
PA	89.44	90.82		OA = 89.60



## 5. MOSAICADO A NIVEL EUROPEO GISAT

➤ [www.land.eu/portal](http://www.land.eu/portal)

## 5. MOSAICADO A NIVEL EUROPEO GISAT: DETALLE ESPAÑA



Zoom MADRID

## CONCLUSIONES



- El proyecto FTS Soil Sealing es un ejemplo del uso de la teledetección por las Administraciones Públicas (AEMA) para la monitorización (variación espacial y temporal) de la superficie construida (con % de sellado de suelo) como indicador ambiental.
- La disponibilidad de datos de OT es lo permitió abordar el proyecto de forma operativa en menos de un año.
- Requisitos de producción masiva de datos en un periodo muy corto de tiempo. Se definió un protocolo de trabajo cerrado y una metodología basada en: la automatización de procesos, la gestión controlada del flujo de trabajo y el desarrollo de herramientas de trabajo personalizadas
- GMES está impulsando una nueva forma de abordar los proyectos de suministro de servicios de información geoespacial
- Los programas espaciales de la ESA al horizonte 2013 (Sentinels, Pleyades, etc) permitirán a los servicios GMES de la UE seguir profundizando en esta línea al garantizar el suministro y disponibilidad de imágenes.



# EL PROYECTO GMES DE SELLADO DE SUELO COMO EJEMPLO DE UNA FORMA DISTRIBUIDA Y COLABORATIVA DE ABORDAR PROYECTOS EUROPEOS DE TELEDETECCIÓN

Autores: R. Escudero, B. Sánchez, F. Moral.  
*TRAGSATEC, Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.*



**CONGRESO  
NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE CONAMA 10**