#### Relación entre la humedad superficial de suelo y otros factores espaciales a través de mapas de humedad SMOS desagregados con productos MODIS

Nilda Sánchez María Piles Anna Scaini José Martínez Fernández Mercè Vall-llosera Adriano Camps



XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto del Cambio Global



















#### Nilda Sánchez Martín Anna Scaini José Martínez Fernández

Grupo de Investigación en Recursos Hídricos, HIDRUS

http://www.usal.es/hidrus/



María Piles Mercè Vall-llosera Adriano Camps



http://www.smos-bec.icm.csic.es/

### Esquema

- 1. Antecedentes: SMOS, downscaling
- 2. Producto de nivel 3: mejora de L2. Aplicaciones
- 3. Validación
- 4. Análisis espacial
- 5. Conclusiones

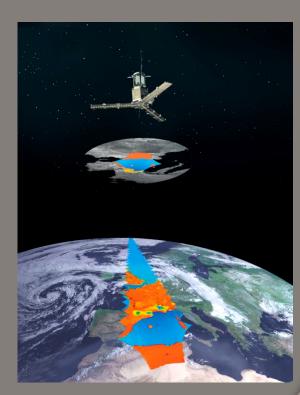
#### 1. Antecedentes

SMOS, Soil Moisture and Ocean Salinity

• Misión de la European Space Agency.

2009

- Radiómetro MIRAS: TB
  - Banda L
  - 40 km de resolución espacial
  - L2 remuestreado a 15 km
- Productos L2:
  - humedad de suelo
  - espesor óptico de la vegetación



#### 1. Antecedentes

• Algoritmo downscaling

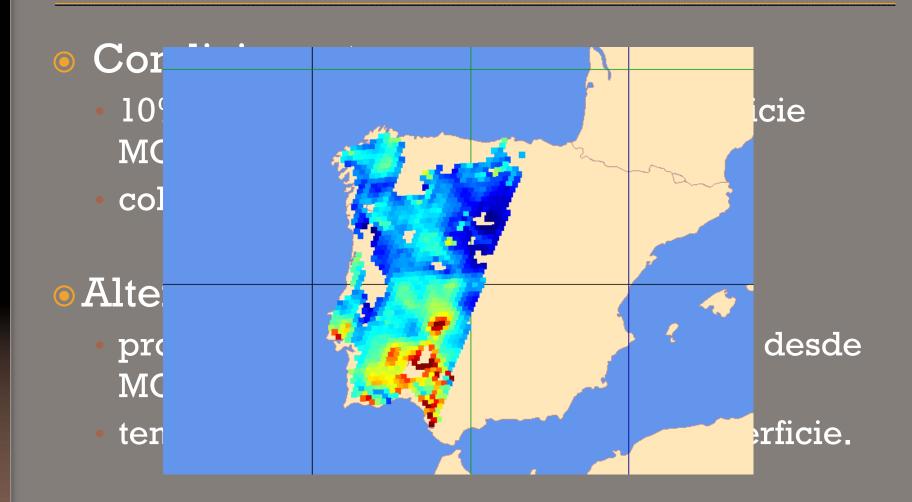
$$Sm = \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{n} \sum_{k=0}^{n} a_{ijk} NDV N^{i} T_{s} T_{B}^{k}$$

**SMOS** 

**MODIS** 

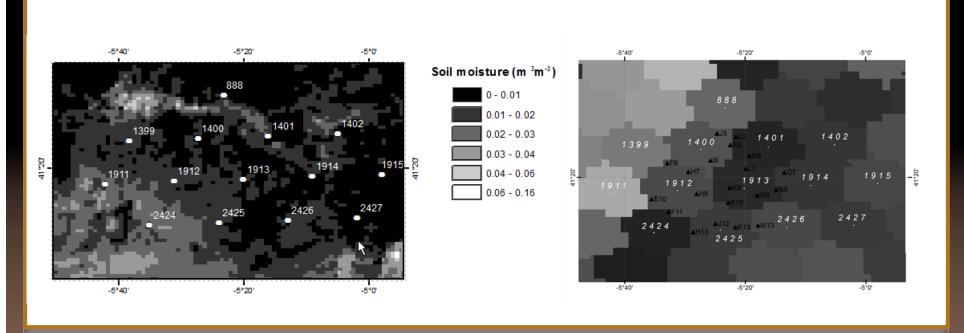
 Los coeficientes obtenidos se aplican a la resolución de 1km de MODIS

### 1. Antecedentes



#### 2. Producto L3

 Producto de humedad de suelo a resolución de 1 km. Para este estudio se utilizaron 130 mapas de humedad de 2010



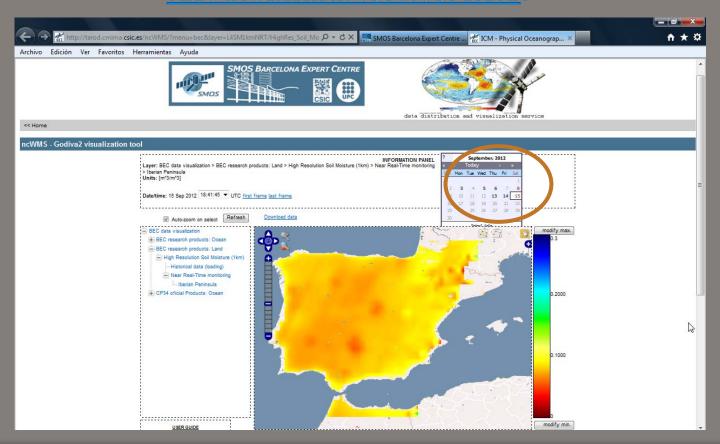
Downscaled, 1 km

SMOS, 15 km

#### 2. Producto L3

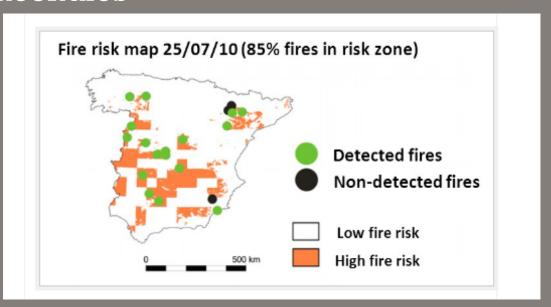
Disponible en 'near real time', descargable

tarod.cmima.csic.es/NRT.



#### 2. Producto L3

- Actualmente operativo: incendios.
  - Agentes forestales de la Diputación de Barcelona
  - Introducción de la variable humedad de suelo en la detección de incendios



http://www.smos-bec.icm.csic.es/

### 3. Validación: zona de estudio





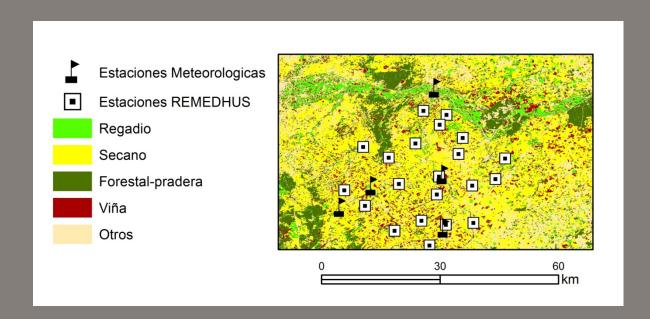






### 3. Validación en REMEDHUS

 Red de estaciones de medición de humedad de suelo





20 Hydra probes a 5 cm para el estudio





• 4 estaciones meteorológicas

#### 3. Validación: REMEDHUS

- Bases de datos espaciales actualizadas cada año.
- Desde 2008 se realiza un mapa anual de usos de suelo mediante series multitemporales Landsat (NDVI y reflectividades) y verificación con áreas verdad terreno.
- El mapa de 2010 se ha utilizado 1) para la validación de los mapas de humedad según los usos de suelo, y 2) para el análisis espacial de la relación de los usos de suelo con la humedad del mismo.

#### 3. Resultados validación

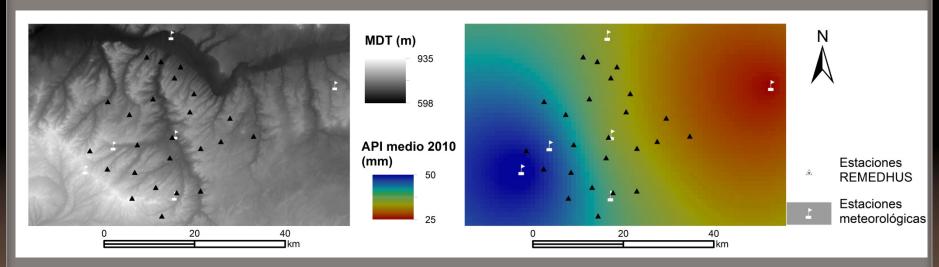
- HUMEDAD OBSERVADA EN LAS ESTACIONES IN SITU vs. HUMEDAD DEL MAPA
  - Por estaciones, salvo en cuatro de ellas, la correlación es estadísticamente significativa entre in situ y downscaled.
  - Para las 16 restantes, los resultados de R varían entre 0.34 y 0.69, y el RMSD entre 0.05 y 0.22 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>.
  - La humedad del mapa es menor que la de las estaciones (-0.22 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup><bis/>bias<-0.05 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>) en 11 estaciones , y en cinco de ellas es mayor (0.01 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup><bis/>bias<0.06 m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>).
  - Resultados similares a la comparativa con SMOS: no se degrada el resultado de humedad. (Sánchez et al., 2012)

### 3. Resultados validación

#### COMPARANDO POR USOS DE SUELO...

- La categoría mejor descrita en términos de R es la forestal-pradera (0.66), pero su RMSD y bias es el mayor (0.189 m³m⁻³ y -0.156 m³m⁻³ respectivamente).
- La humedad del suelo es subestimada en un rango entre 5-20 %.
- La estimación es complicada en categorías muy fluctuantes, como es el caso del regadío.

- Topographic Wetness Index (MDT):
- Estaciones meteorológicas:
   API (Antecedent Precipitacion
   Index)



$$TWI = \ln(As/\tan\beta)$$

$$API_{i} = K_{i} * API_{i-1} + P_{i}$$

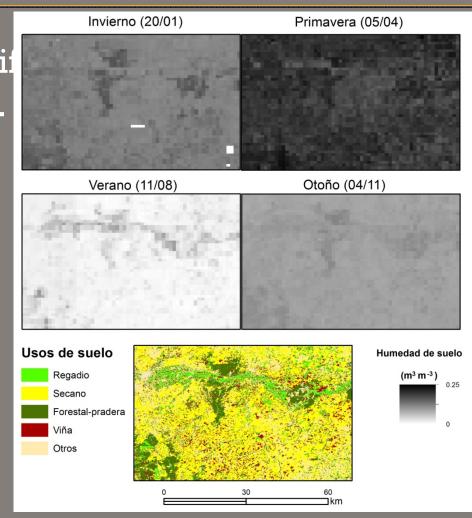
$$K_{i} = \exp(-ET_{0i}/\vartheta_{max})$$

- Las relaciones espaciales entre los mapas de humedad, el mapa de TWI, el mapa de usos de suelo y los datos de API se establecieron mediante correlación espacial bajo las siguientes alternativas:
  - Dispersograma entre bandas (fechas) y el parámetro espacial (TWI y usos de suelo *vs.* humedad).
  - Regresión lineal en muestreo espacial de 100 puntos (TWI y usos del suelo *vs.* humedad).
  - Regresión lineal en las <mark>6 estaciones meteorológicas</mark> en una matriz de 3x3 pixeles (API *vs.* humedad)

- Los parámetros TWI y usos de suelo, analizados en términos de regresión lineal a través del dispersograma, no mostraron ningún tipo de relación ni patrón espacial.
- Se analizaron también pendiente y orientación, con idéntico resultado.
- La relación del API procedente de la precipitación con la humedad de suelo resultó estadísticamente significativa en todos los casos, aunque con discretos valores de R, que oscilan entre 0.44 y 0.55.

No hay tampoco signifusos del suelo, pero...

 Patrón estacional relacionado con la fenología de la vegetación



#### 5. Conclusiones

- El producto mejorado L3 mantiene el estándar de calidad de la estimación de SMOS, pero se mejora el producto con una resolución espacial mucho mayor.
- No hay patrones claros de distribución espacial de humedad relacionados con el relieve. Problema en zonas con relieve poco pronunciado.

#### 5. Conclusiones

- La relación con los usos de suelo y la vegetación es cualitativa y visual, y es difícil verificarlo estadísticamente... profundizar en el análisis espacial.
- La relación espacial más evidente de la humedad de suelo se produce con la precipitación a través del API.

# Gracias por su atención

Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos AYA2010-22062-C05-02 y AYA2010-22062-C05-05 del Ministerio de Ciencia e Innovación y al proyecto AO-3230 de la Agencia Europea del Espacio.

> Nilda Sánchez Martín nilda@usal.es