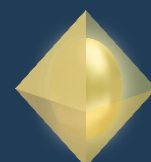


SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

EMB-SAT
info@embsat.com



SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

METODOLOGÍA

El servicio de información relativo a la humedad del suelo en un área de interés determinada se basa fundamentalmente en el producto Copernicus Global Land SWI 1km (Soil Water Index 1 km) que describe la humedad del suelo, en porcentaje de saturación, a diferentes profundidades y con una resolución espacial de 1 km. Los datos de este producto se derivan del tratamiento de las imágenes radar observadas por los sensores SAR (Synthetic Aperture Radar) embarcados en la plataforma Sentinel-1 y por los sensores ASCAT (Advanced Scatterometer) de los satélites Metop A, B y C, todos ellos de la Agencia Espacial Europea (ESA).

Metop y Sentinel-1 embarcan sensores radar activos en banda C. El primero equipado con un Radar de Apertura Real y el segundo con un Radar de Apertura Sintética. Mediante el procesamiento de la señal de retrodispersión recibida por los sensores, los productos ASCAT Surface Soil Moisture y SSM Sentinel proporcionan una estimación del % de saturación de agua de los primeros 5 cm de la capa superior del suelo

A partir de esa información, el SWI_1km aportado por Copernicus Global Land Service se cuantifica a varias profundidades y se deriva de los SSM (Soil Surface Moisture) de ASCAT y Sentinel mediante el uso de un modelo de balance hídrico, combinando con ello la mayor resolución temporal del sensor ASCAT (1 día) y la mejor resolución espacial del sensor Sentinel-1 (1 km)

El producto SWI_1km representa el contenido de humedad del suelo en el primer metro del suelo en unidades relativas, que oscilan entre el nivel mínimo de contenido de agua (0%) y la capacidad del campo (100%).

Cálculo de la humedad del suelo

El cálculo del SWI fue originalmente desarrollado en TU Wien (Wagner et al., 1999).

Se basa en un modelo de infiltración que describe la relación entre la humedad superficial y la humedad del suelo en función del tiempo. El algoritmo se apoya en un modelo de balance de agua de dos capas para estimar el perfil de humedad del suelo a partir de los datos de humedad superficial del suelo (SSM).

SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

En este modelo, el contenido de agua de la capa de almacenamiento se describe en términos de un índice, que está controlado solo por las condiciones pasadas de humedad del suelo en la capa superficial, de manera que la influencia de las mediciones disminuye al aumentar el tiempo. Así, el parámetro más relevante para modelar la infiltración en las capas más profundas del suelo es el período de tiempo característico, llamado factor T (cuanto más altos son los valores T, más profundidad estaremos analizando y más suaves serán las oscilaciones del SWI).

Como se ha indicado anteriormente, el producto SWI representa el contenido de humedad del suelo en el primer metro del suelo en unidades relativas, que oscilan entre el nivel mínimo de contenido de agua (0%) y la capacidad del campo (100%).

Wagner et al. (1999a) propusieron la primera versión del algoritmo de recuperación con SWI calculado para el tiempo t_n integrando datos SSM durante un período de tiempo anterior T utilizando la fórmula:

$$SWI(t_n) = \frac{\sum_i^n SSM(t_i) e^{-\frac{t_n-t_i}{T}}}{\sum_i^n e^{-\frac{t_n-t_i}{T}}} \quad \text{for } t_i \leq t_n$$

Esta formulación representa un modelo simple de balance hídrico de dos capas, siendo la primera la capa superficial del suelo accesible a los dispersómetros de banda C (ASCAT y SAR) y la segunda la parte del perfil que se extiende hacia abajo desde el fondo de la capa superficial del suelo. Se supone que la segunda capa sirve como un depósito que está conectado a la atmósfera a través de la primera capa. Las condiciones de humedad en la primera capa, que está en contacto directo con la atmósfera, son muy dinámicas en el tiempo. Con el aumento de la profundidad en la segunda capa, la dinámica temporal de las condiciones de humedad va disminuyendo, ya que la cantidad de agua almacenada en la capa de depósito depende de la infiltración del agua añadida a la primera capa durante los eventos de precipitación. Por lo tanto, el contenido de agua de la capa del depósito está controlado únicamente por las condiciones de humedad pasadas en la capa superficial y,

SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

por lo tanto, en el historial de precipitaciones. Así, los eventos de precipitación más recientes tienen un impacto más fuerte en las condiciones de humedad en la capa de almacenamiento, lo que se explica por la función de ponderación exponencial utilizada en el cálculo. Se supone que L es la profundidad de la capa del yacimiento (WR) y C es una constante de pseudodifusividad representativa del área (Figura 1). El valor de T utilizado para el cálculo de SWI es $T=L/C$, lo que significa que una T alta describe una capa de suelo más profunda si la difusividad del suelo es constante.

En el algoritmo SCATSAR-SWI (fusión de datos de Metop y Sentinel-1), los valores ASCAT SSM y SAR SSM se ponderan individualmente. Por lo tanto, la ecuación anterior se expande con $w(t_n)$ como peso para $SSM(t_n)$ y n observaciones totales:

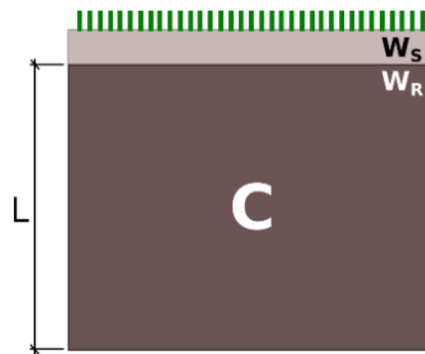


Figura 1 Modelo de dos capas.

$$SWI_T^w(t_n) = \frac{(n-i+1) \sum_i^n w(t_i) SSM(t_i) e^{-\frac{t_n-t_i}{T}}}{\sum_i^n w(t_i) \sum_i^n e^{-\frac{t_n-t_i}{T}}} \quad \text{for } t_i \leq t_n$$

Durante el proceso de cálculo Near Real Time (NRT se aplica a partir de 2019), los pesos estáticos se establecen en 0,4 para ASCAT SSM y en 0,6 para SAR SSM. Con esta elección, la contribución ASCAT a la señal SCATSAR-SWI es aún mayor, debido a un mayor número de observaciones ASCAT por día, pero ahora más equilibrada frente a la contribución SAR.

Así, a través del método descrito con anterioridad, el producto SWI_1km nos proporciona mapas diarios con resoluciones de 1 km en donde cada píxel tiene un valor de 0 a 255. Los valores entre 0 y 200 se reservan para la representación del valor de la humedad relativa (0 a 100%) con un factor de escala de 0,5 dejando los valores superiores para la indicación de la calidad del dato informado. Estos mapas son generados para 8 valores diferentes del factor T con el fin de facilitar al usuario la elección más adecuada a las condiciones locales del terreno

SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

La elección del parámetro T se efectuará tras la caracterización del terreno en cada zona en estudio y después del establecimiento de las profundidades a las que queremos llegar en el análisis. Una vez elegido, para cada zona caracterizada con su correspondiente factor T, se obtendrá un mapa de humedad del suelo.

Así cada día, los boletines de humedad del suelo generarán un mapa de toda el área de interés dividido en las diferentes zonas que se hubieran establecido. La información se entrega como un archivo "raster" georreferenciado en formato GeoTiff en el que cada píxel tiene una resolución espacial de 1x1 km. El valor de la humedad del suelo está optimizado para la caracterización y profundidad establecida en cada zona de interés, se da en tanto por ciento de humedad relativa (0 a 100%) y está codificado en valores enteros de 0 a 200 con un factor de escala del 0,5.

Los valores superiores a 200 se utilizan para codificar los condicionamientos que pudieran afectar a la validez del dato aportado en cada píxel:

- 241 y 242 para valores de retrodispersión excesivamente bajos o altos (superficies extremadamente secas, superficies heladas, terrenos cubiertos de nieve, zonas inundadas, etc.).
- 251 para indicar masas de agua (lagos, embalses, etc.)
- 252 señalando áreas de baja sensibilidad (áreas urbanas, bosques, ríos, etc.)
- 253 en zonas con orografía extrema.
- 254 dato de baja calidad.
- 255 cuando no se dispone de dato.

SERVICIOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA EMISIÓN DE INFORMES DE HUMEDAD DEL SUELO

Limitaciones del producto

La evapotranspiración no se tiene en cuenta al calcular el SWI, lo que puede conducir a estimaciones de humedad del suelo en la zona de raíces artificialmente altas cuando el tiempo de precipitación y el tiempo de observación satelital coinciden y la lluvia se evapora en lugar de filtrarse a capas más profundas del suelo.

En áreas con un nivel freático alto, el método SWI no funciona particularmente para las capas más profundas afectadas por el agua subterránea.

Además, el algoritmo SWI no se puede aplicar en regiones para las cuales la extracción de humedad del suelo superficial del dispersómetro de banda C ASCAT o los datos CSAR S-1 no son significativos. Esto se aplica especialmente a regiones de gran altitud con permafrost, glaciares, casquetes polares, bosques densos (por ejemplo, selva tropical) y desiertos.

La función de ponderación para la fusión de los datos S-1 y ASCAT se implementa actualmente de forma estática. Por lo tanto, si la calidad relativa de los datos de las recuperaciones no es estable a lo largo del tiempo, será necesario revisar este enfoque.