



Infraestructura de Datos Espaciales
Comisión Nacional de Actividades Espaciales

SAOCOM

**Mapa de rango de percentiles de humedad
en el perfil de suelo (PSM) estimado sobre
zonas homogéneas**

Manual de usuario de productos

Autor: Homero Lozza

Fecha: 2022-06-01

Edición: e01

Código: CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_ManualUsuarios_e01



	NOMBRE	DEPENDENCIA	FECHA
AUTORES	Homero Lozza	SgAP - GOT	2022-06-01
REVISADO	Marcelo Uriburu	SgAP - GOT	18-07-2022
	Andrés Lighezzolo	ADeSA - SgSU - GVT	04-08-2022
APROBADO	Álvaro Soldano	SgAP - GOT	16-11-2022

EDICIÓN	FECHA	CAMBIOS REALIZADOS

DOCUMENTOS APLICABLES		
N°	CÓDIGO	TÍTULO
DA1	SAO-USS-DD-00021-A	Software Design Document SAS DSS batch

DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
N°	CÓDIGO	TÍTULO
DR1	SAO-GRS-PT-00002-D	Ground Segment Product Tree
DR2	SAO-SYS-LI-00001-B	SAOCOM Mission Glossary of Terms and Acronyms

Índice

1. Sobre el documento	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Alcance	4
1.3. Lista de acrónimos y abreviaturas	4
2. Introducción	4
3. Obtención del producto PSM	5
3.1. Modelo, datos de entrada y procesamiento	6
3.2. Limitaciones del modelo y/o producto	6
3.3. Categorización de los estados de humedad	6
4. Resultados	7
5. Validación del producto	7
5.1. Procedimiento	7
5.2. Evaluación de los resultados	9
6. Descripción del producto	10
6.1. Nombre del archivo	10
6.2. Contenido del paquete de producto	10
6.3. Formato del archivo	10
6.4. Características del producto	10
6.4.1. Rango	11
6.4.2. Proyección	11
6.4.3. Resolución espacial	11
6.4.4. Resolución temporal	11
6.5. Política de datos	11
6.6. Acceso	12
6.6.1. Visualización a través del GEOPortal	12
6.6.2. Acceso a los productos como servicio Web de mapas (WMS)	12
6.6.3. Descarga del producto, sus metadatos y documentación asociada	12
6.7. Contacto	12
Referencias	12
Apéndice A. Primer apéndice: metadatos	14

1. Sobre el documento

1.1. Objetivo

El presente documento tiene como objetivo describir al mapa de rango de percentiles de humedad en el perfil de suelo estimado sobre zona homogénea publicado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y que pertenece a la familia de productos de alto nivel derivados de la misión SAOCOM.

1.2. Alcance

Este documento está destinado a la comunidad técnico-científica y público en general.

1.3. Lista de acrónimos y abreviaturas

ADeSA	Área de Desarrollos y Soluciones Ambientales
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
DDA	día del año
DSSAT	Decision Support System for Agrotechnology Transfer
GOT	Gerencia de Observación de la Tierra
GVT	Gerencia de Vinculación Tecnológica
HS	humedad de suelo
MSM	mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm
PSM	mapa de rango de percentiles de humedad en el perfil de suelo
RASTER	trama o celda de una imagen
SAOCOM	Satélite de Observación con Microondas
SAR	synthetic aperture radar
SgAP	Subgerencia de Aplicaciones y Productos
SgSU	Subgerencia de Servicios al Usuario
SIG	sistema de información geográfica
SPEI	índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración
SPI	índice estandarizado de precipitación
WMS	servicio Web de mapas
ZH	zona homogénea

2. Introducción

En los últimos años se observó un sostenido aumento en la cantidad de productos y servicios que ofrecen estimaciones para la humedad de suelo (HS). Claramente, su mejor conocimiento impacta en los procesos de tomas de decisión y de gestión de la información en áreas como la agricultura o los servicios meteorológicos e hidrológicos, respectivamente. Por esto, las agencias espaciales vienen desarrollando diferentes misiones con el propósito de monitorear la HS, aprovechando la capacidad de las plataformas satelitales para capturar imágenes instantáneas de grandes extensiones de la superficie terrestre. En este sentido, la CONAE con sus satélites SAOCOM [1] suma su esfuerzo a la recuperación de los datos de HS superficial sobre vastas áreas tendiendo a reducir, simultáneamente, el período de revisita.

Actualmente, la CONAE ofrece mapas de HS para la Región Pampeana orientados hacia la recuperación de la HS superficial y del perfil de suelo en los primeros 50cm. Los primeros se derivan directamente de los datos registrados por los instrumentos SAR en banda-L que cargan las plataformas SAOCOM y cuya penetración nominal, establecida en la literatura específica, depende del tipo de cobertura, de la textura y del contenido de agua en el suelo, por lo que en general y para la región pampeana en particular se puede considerar de 5cm. Más aún, dada la importancia que tiene la recarga del perfil de suelo en los procesos de infiltración y escorrentía, se sumaron modelos que extienden las estimaciones del contenido de agua a la zona radicular. Estos productos, también denominados mapa de humedad del perfil de suelo integrado hasta 50cm (MSM), presentan los promedios diarios de humedad en los primeros 50cm de suelo dentro de áreas que mayormente comparten el mismo tipo de atributos que definimos como una zona homogénea (ZH) [2, 3].

Los mapas muestran que los valores de HS varían notablemente no sólo en respuesta a los eventos de lluvia y a los procesos de evapotranspiración sino que, además, están comandados por el tipo de suelo que subyace al área estudiada. Esta característica dificulta la detección y consecuente categorización del estado como normal, seco o húmedo exclusivamente a partir del valor de HS. Para facilitar el análisis de los estados de HS, este desarrollo plantea comparar los valores actuales con las estimaciones históricas complementando la información de HS existente con rangos de percentiles asociados. Así, tomando una regla empírica es posible clasificar los estados de HS desde extremadamente secos a extremadamente húmedos otorgando un carácter sensible a los valores estimados en cada ZH. En las secciones siguientes se presenta una breve descripción de los procedimientos aplicados para obtener este nuevo producto que denominamos PSM. Asimismo, se expone mediante un ejemplo la información que se rescata de entre los distintos productos. Más aún, se comparan las categorías emergentes del PSM con el Global Drought Monitor [4, 5]. Finalmente, se menciona que su distribución diaria se incorpora a la plataforma de GEOServicios de la CONAE [6] que habilita su lectura a través de un navegador de Internet (GEOPortal) [7] o la búsqueda y descarga (GEOCatálogo de Metadatos) [8] para su procesamiento local por usuarios avanzados con software de sistemas de información geográfica (SIGs).

3. Obtención del producto PSM

El producto mapa de rango de percentiles de humedad en el perfil de suelo (PSM) explota los datos de HS del producto MSM [2, 3] que se genera y distribuye diariamente por la CONAE. Como ya fue mencionado, se busca comparar los valores ZH a ZH en porcentaje del MSM con sus correspondientes valores históricos. Dichos valores se generaron previamente ejecutando una cadena de procesamiento similar, corrida de manera continua desde el año 1990 hasta el 2020 [9]. De esta manera, se cuenta para cada día del año (DDA) con 30 valores calculados de HS que corresponden al rango de años considerado. Así, los valores actuales de HS se pueden comparar con los históricos correspondientes a su DDA y derivar el rango de percentiles al que pertenecen para, finalmente, asignarles un estado de humedad.

Las series de datos de HS que se vinculan a cada DDA contienen 30 valores históricos. Notamos que las diferencias entre series para días consecutivos pueden presentar mayor variabilidad que la esperada por el paso de las estaciones. Por ejemplo, la cantidad de días con lluvias registradas entre DDA consecutivos tiene una componente aleatoria. Para reducir este efecto del muestreo, se expandieron las series a ambos lados con los datos históricos del día anterior y del siguiente asumiendo una variación estacional lenta.

El producto es un mapa en formato GeoTiff que almacena los rangos de percentiles calculados luego de recorrer y procesar todas y cada una de las ZH de la Región Pampeana.

3.1. Modelo, datos de entrada y procesamiento

Como fue adelantado, en la elaboración del producto PSM interviene la cadena de procesamiento necesaria para generar, en primer lugar, el propio producto MSM que se describió en [3]. Además, una cadena de procesamiento similar genera los 30 años de historia climática. Dado que la operación de la primera plataforma SAOCOM inicia en 2018, no se consumieron dichos datos en la elaboración de las series históricas. Por un lado, la misión SAOCOM tiene mayor relevancia para recuperar una mejor estimación del contenido de agua en el suelo sobre la fecha actual, como en el caso del producto MSM. Por otro lado, las correcciones debidas a la asimilación de la HS superficial son de ambos signos (media nula) y no afectarán los estadísticos de una serie sintética de HS histórica.

Recordamos que los modelos empleados en esta plataforma pertenecen a la familia Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) de modelos de cultivos cuyo desarrollo se remonta a la década de 1980 [10, 11]. Estos modelos operan a paso diario y requieren un amplio conjunto de datos que incluyen registros de estaciones meteorológicas, parámetros que representan la textura del suelo y coeficientes de cultivo para predecir, entre otras magnitudes, el contenido de agua por capas en la zona radicular. Sus predicciones actuales y sus resultados para los 30 años anteriores habilitan la construcción de mapas como los que aquí presentamos.

3.2. Limitaciones del modelo y/o producto

Los modelos de cultivos son modelos determinísticos que simulan los procesos fundamentales que ocurren en el suelo, la planta y la atmósfera. Sus predicciones acarrearán la escala de los datos de entrada. Por esto, el mapa se presenta con una grilla de 0.01° compatible con el mejor detalle de las cartas de suelo de base.

3.3. Categorización de los estados de humedad

Usualmente, los percentiles son empleados para establecer distintos aspectos del clima que admiten una descripción estadística. Recordamos que el percentil indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo. Cuando se categoriza con percentiles, se eligen comúnmente esquemas de clasificación. Los diferentes esquemas tienden a ser convenciones que probaron ser útiles en la práctica para destacar los cambios o fijar cualidades. Particularmente, Edwards y McKee encontraron en el índice estandarizado de precipitación (SPI) un medio para analizar y definir períodos secos y húmedos en diferentes escalas de tiempo [12]. En este trabajo adoptamos un esquema modificado de Edwards y McKee que también ha sido aplicado a la Región Pampeana por Aliaga et al. [13]. Asimismo, se ha empleado para un análisis similar [14] basado en el Índice Estandarizado de Precipitación-Evapotranspiración (SPEI) [4, 5]. Asumimos que las frecuencias para cada clase en el rango de extremadamente seco a extremadamente húmedo manifiestan una misma realidad subyacente que se expresa en todos los elementos del análisis sobre las historias climáticas consideradas. Así, esta propuesta da una buena indicación del orden que se puede atribuir a los estados de HS según una escala de intervalos de percentiles. Finalmente, los rangos de percentiles calculados se ubicarán dentro de la escala que señalará, a su vez, la clase correspondiente.

La tabla 1 describe el esquema con el que los intervalos de percentiles se asignan a los estados de HS. Particularmente, fusionamos los rangos intermedios de [13, 14] para adaptarlos a la granularidad de la historia climática sintetizada y del producto MSM que se genera diariamente. Más aún, sabiendo que la HS nunca es nula, el 0 de la escala se reserva para la falta de dato mientras que la escala de percentiles comienza a partir

de 1.

Intervalo de percentiles	Frecuencia acumulada	Clases
98 - 100	0.977 - 1,000	Ext. húmedo
84 - 98	0.841 - 0.977	Húmedo
16 - 84	0.159 - 0.841	Normal
2 - 16	0.023 - 0.159	Seco
1 - 2	0.001 - 0.023	Ext. seco
0	-	No dato

Tabla 1: Categorización de los estados de HS basada en las frecuencias con las que se presentan y su asignación a intervalos de percentiles. Adaptación de los valores originalmente propuestos por Edwards y McKee [12] y aplicados a la Región Pampeana por Aliaga et al. [13] y Brendel et al. [14].

4. Resultados

La figura 1 ilustra el resultado de la transformación de los valores de HS del producto MSM hacia el nuevo producto PSM en rangos de percentiles por ZH sobre la Región Pampeana. La figura 1(a) muestra el resultado del cálculo de los rangos de percentiles de humedad para el perfil de suelo para el día 28 de abril de 2022. Los colores permiten distinguir en clases los estados de humedad. A modo de comparación, la figura 1(b) muestra el mapa de contenidos de agua acumulados en los primeros 50cm que dio origen al producto ubicado por encima. Observamos de la comparación que valores bajos o altos de HS no necesariamente corresponden a situaciones secas o húmedas, respectivamente. La condición normal y la dispersión de escenarios que la acompañan se establecen por ambientes y es el aporte central del producto PSM para otorgar mayor valor a la lectura de los mapas de HS.

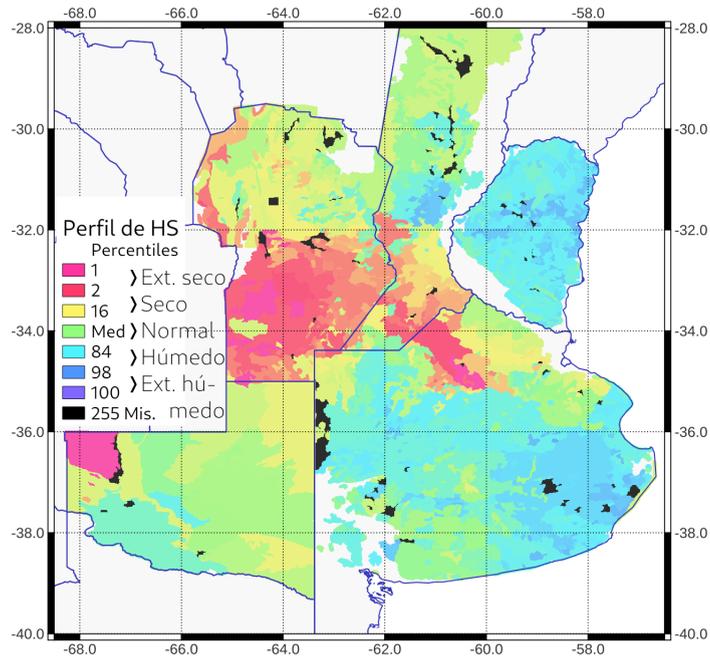
5. Validación del producto

La escasa disponibilidad de mediciones de humedad en el perfil de suelo imposibilita la validación del producto PSM por el grado de acuerdo entre predicciones y observaciones y, menos aún, por la dificultad en asignarle a las últimas un estado de HS a partir de series de datos cortas. Por esto, para la identificación y análisis de los períodos en el rango de extremadamente seco a extremadamente húmedo, sus variaciones espaciales y evoluciones temporales, se planteó una intercomparación entre el PSM y el producto índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración (SPEI) disponible globalmente bajo una licencia pública [4].

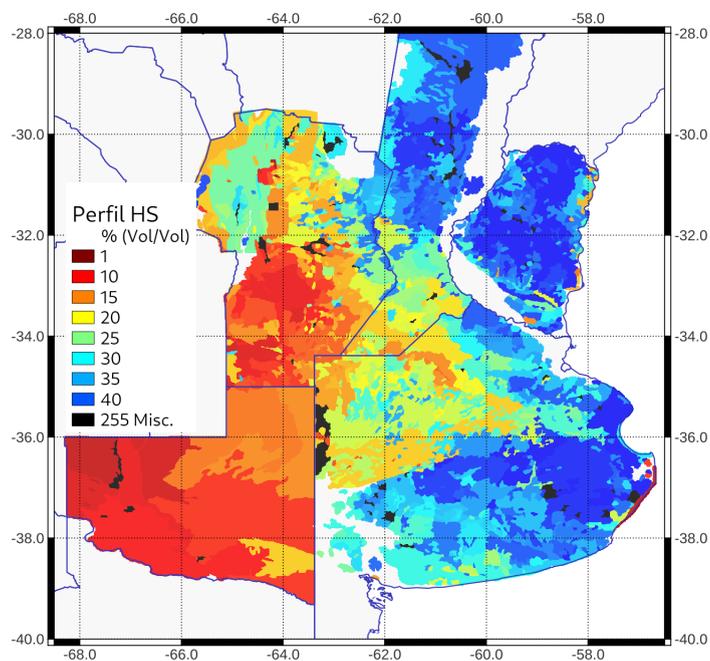
5.1. Procedimiento

El SPEI es un índice climático mensual calculado a partir de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial acumuladas en un mismo período de tiempo. La utilización de este último parámetro es la diferencia más importante con respecto al SPI, porque permite detectar, analizar y monitorear la sequía de manera más acertada, de acuerdo a valores de referencia (como los de la tabla 1). Además, puede ser calculado para diferentes escalas de tiempo (desde 1 a 48 meses).

La intercomparación entre el PSM y el SPEI se basa en construir una tabla de contingencias que representa, en porcentaje, el número de veces que se lee la misma combinación de clases que resulta de



(a) Producto PSM representando los rangos de percentiles correspondientes a la humedad en el perfil de suelo promediado hasta los 50cm de profundidad.



(b) Producto MSM representando la humedad en el perfil de suelo promediado hasta los 50cm de profundidad.

Figura 1: Ejemplos de mapas emitidos para el día 28 de abril de 2022 generados a través del procesamiento por ZH sobre la Región Pampeana.

las predicciones individuales de cada producto. El proceso acumuló los resultados para 208 sitios de muestra sobre una grilla regular que se extendió desde 64.75°O, 30.75°S hasta 58.75°O, 38.25°S y durante el período que va de junio de 2020 a mayo de 2022. Este período corresponde a los 2 primeros años de productos PSM obtenidos desde el inicio de la serie MSM para la humedad del perfil de suelo que originalmente se derivó de la misión SAOCOM. Dado que el producto PSM se actualiza diariamente se calculó la mediana de 30 días o 90 días para cada sitio para su posterior comparación con las escalas de 1 mes y 3 meses del SPEI.

5.2. Evaluación de los resultados

La figura 2 representa la tabla de contingencia que resulta de la intercomparación entre los productos PSM y SPEI para los estados de humedad. Ciertamente, un período de análisis de 2 años es corto para dar con situaciones extremas y, ciertamente, la combinación de clases más frecuente es normal-normal. Asimismo, las clases seco-normal y normal seco de los productos PSM y SPEI, respectivamente, se presentan entrelazadas aunque la extensión total de las fases serían similares. Sin embargo, no se puede confirmar un resultado por encima de otro. Más aún, se espera reconocer categorizaciones emparentadas y cabe a cada índice una fortaleza particular, como ya se observó en intercomparaciones entre el SPEI y SPI [4].

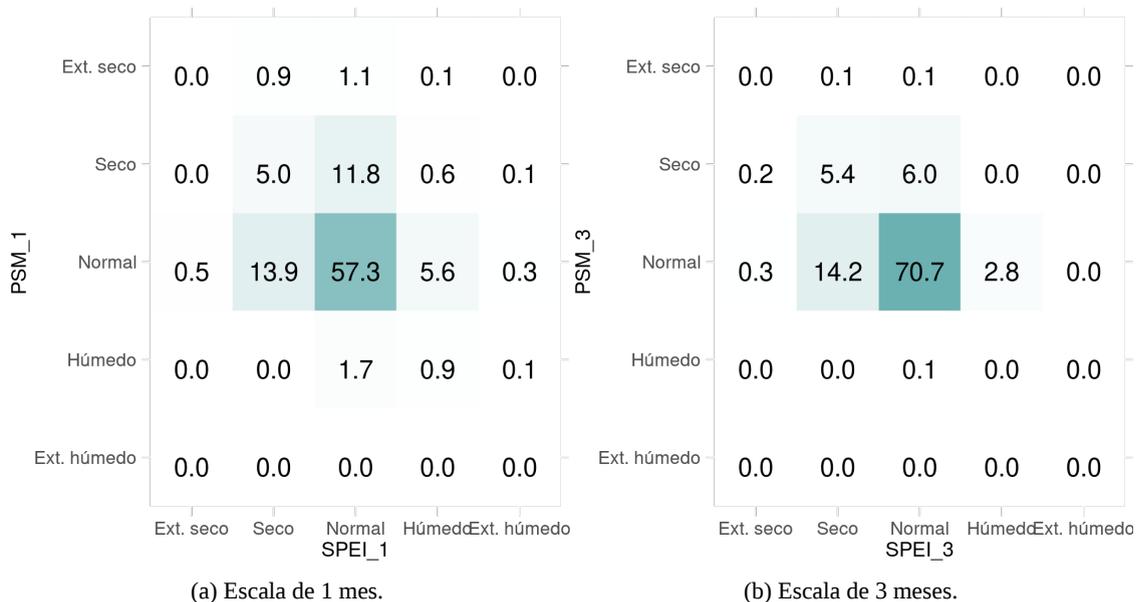


Figura 2: Representación de la tabla de contingencia que registra la asociación entre las categorías de los productos PSM y SPEI para diferentes escalas temporales. Los datos analizados cubren de junio de 2020 a mayo de 2022.

Notamos que otros estudios también confirman valores en porcentaje similares a los de la tabla 1 en cada clase como, por ejemplo, para las localidades del sudoeste de Buenos Aires [15]. Asimismo, resultados equivalentes fueron presentados para las frecuencias absolutas y relativas de los eventos de precipitaciones determinados mediante el SPI para la provincia de Santa Fe [16].

6. Descripción del producto

6.1. Nombre del archivo

El nombre de los productos de valor agregado generados en este proyecto sigue los estándares de CONAE y se describe en el siguiente ejemplo para la nomenclatura del producto “mapa de rango de percentiles de humedad en el perfil de suelo” para el día 28 de Abril de 2022. En color se resaltan los campos variables entre los distintos productos pertenecientes a la serie:

CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001

CONAE: prefijo que llevan todos los productos generados y/o distribuidos por “CONAE”.

MOD: se refiere a la **clase** a la que corresponde el producto, en este caso es “modelizaciones complejas”.

MHS: se refiere al **tipo de modelo** a partir de cuyos valores se genera el producto, aquí corresponde a “modelos de humedad de suelo”.

DSS: se refiere al **nombre del modelo** a partir de cuyos datos se genera el producto.

PSM: hace referencia al **tipo de producto**, en este caso “mapa de rango de percentiles de humedad en el perfil de suelo”.

20220428: hace referencia a la **fecha** que se asigna a los datos. El campo presenta el formato “aaaammdd”, donde aaaa corresponde al año (4 caracteres), mm al mes (2 caracteres: de 01 a 12) y dd al día (2 caracteres: de 01 a 31). Por ejemplo: 20220428, para el día 28 de Abril del año 2022.

v001: **versión** de la colección o del procesador ofrecido por la CONAE.

6.2. Contenido del paquete de producto

Cada producto se descarga en una carpeta comprimida en formato ZIP que contiene:

1. Producto “PSM”, en formato “GeoTiff”.
2. Metadatos del producto “PSM”, en formato “XML”. La descripción de los campos se encuentra en el Apéndice A.
3. Archivo de imagen de previsualización del producto “PSM”, en formato “PNG”.

El dato RASTER contiene una sola banda con los rangos de percentiles de HS.

6.3. Formato del archivo

Los mapas correspondientes al producto PSM se distribuyen en formato GeoTiff lo que facilita su interoperabilidad con una amplia oferta de software SIG.

6.4. Características del producto

La tabla 2 resume las características del producto PSM y se amplían en las próximas subsecciones.

Resolución espacial	0.01°
Resolución temporal	1 día
Latencia	>1 día
Hora local de pasada	NA
Nivel de procesamiento	L4
Sistema de referencia y proyección	EPSG:4326
Extensión espacial	68.3°O, 28.0°S; 56.3°O, 40.6°S
Formato de la imagen	GeoTiff
Contenido de la imagen	1 banda
Formato del producto	ZIP

Tabla 2: Características de los productos PSM distribuidos por la CONAE.

6.4.1. Rango

El tipo de dato es Byte y, por lo tanto, el rango va de 0 a 255. El 0 codifica el dato no válido, y el 255 se reserva para misceláneas (máscaras de agua, ciudades, etc.). Los valores de 101 a 254 carecen de sentido y simplemente no se usan. Una paleta de colores asocia los rangos de percentiles bajos con tonos cálidos, y los altos con tonos fríos. Recordamos que los rangos de percentiles se pueden vincular con estados de humedad. El estado normal entre el rango 16 y 84 se representa en tonos de verde. Finalmente, el negro se destina a la categoría miscelánea.

6.4.2. Proyección

El mapa se distribuye como dato RASTER en formato GeoTiff y sistema de coordenadas EPSG:4326.

6.4.3. Resolución espacial

El mapa se deriva del producto MSM de humedad del perfil de suelo que se genera por zonas homogéneas. Esto quiere decir que comparte su resolución que proviene de rasterizar una capa vectorial de suelos con nodos separados por una distancia mínima de 3.5km [3]. El RASTER tiene 1200 por 1260 píxeles cuadrados de 0.01° de lado, que corresponde aproximadamente a píxeles de 1km.

6.4.4. Resolución temporal

El producto se emite y actualiza diariamente. La fecha consignada en el nombre del producto informa que el mapa contiene los rangos de percentiles para la humedad del perfil de suelo al final de ese mismo día.

6.5. Política de datos

La descarga y/o uso de cualquiera de estos productos SAOCOM de Nivel 2 y Superior SAOCOM implica por consiguiente la aceptación de los presentes Términos y Condiciones de Uso y el reconocimiento y respeto de los derechos de Propiedad Intelectual y de Derecho de Autor de los Productos. Se deberá indicar la

siguiente leyenda “Producto SAOCOM® - ©CONAE - año de adquisición. Todos los derechos reservados” en todas las publicaciones, resultados, productos derivados y demás usos que los usuarios les den a dichos Productos.

6.6. Acceso

El producto se encuentra actualmente publicado en los catálogos en línea de CONAE; es de acceso libre y gratuito para su visualización y descarga, tal como se explica en las siguientes subsecciones.

6.6.1. Visualización a través del GEOPortal

El **GEOPortal** de CONAE puede ser accedido a través de <https://geoportal.conae.gov.ar/geoexplorer/composer/> y permite la visualización de los últimos 7 productos disponibles. En la lista de capas encontrará el producto dentro del grupo “Humedad de suelo” y sugbrupo “Humedad del perfil del suelo y derivados” como **Rango de Percentiles de humedad de suelo AAAA-MM-DD**, donde AAAA es el año, MM es el mes y DD el día asignado al producto.

6.6.2. Acceso a los productos como WMS

Estos productos pueden ser accedidos como un servicio Web de mapas (WMS) a través de <https://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogoGeoServiciosOGC.html>, dentro del grupo “Humedad del suelo”. El acceso permite recuperar las últimas 7 capas disponibles en un servidor de mapas en línea o en un SIG.

6.6.3. Descarga del producto, sus metadatos y documentación asociada

En los GEOCatálogo de Metadatos de CONAE podrá encontrar todos los productos generados históricos y proceder a su descarga libre: <https://geocatalogos.conae.gov.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/search>.

También es posible acceder a la documentación asociada a estos productos, como también a todos los productos publicados por CONAE, desde <https://documentoside.conae.gov.ar/>.

6.7. Contacto

Por cualquier consulta relacionada al producto, su producción, publicación y/o aplicaciones, por favor comunicarse con la Oficina de Atención al Usuario de la CONAE a través de atencion.usuario@conae.gov.ar.

Referencias

- [1] CONAE, “Misión saocom,” tech. rep., CONAE, 2022.
- [2] H. Lozza, “Sistema para la aplicación de los datos de la misión satelital saocom en la agricultura,” in *Anales de CAI-Congreso Argentino de AgroInformática*, 2019.
- [3] CONAE, “Msm: Mapa de humedad del perfil de suelo estimado sobre zonas homogéneas,” tech. rep., CONAE, 2022.

- [4] S. Beguería, B. Latorre, F. Reig, and S. Vicente-Serrano, “Spei global drought monitor.”
- [5] S. M. Vicente-Serrano, S. Beguería, and J. I. Lopez-Moreno, “A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index,” *Journal of Climate*, vol. 23, no. 7, pp. 1696–1718, 2010.
- [6] H. Lozza, S. Bustos Revol, M. Horlent, J. Mogadouro, J. Otero, A. Soldano, P. Thomas, I. Tropper, and M. Valderrey, “Mapas de anomalías y de variaciones interanuales de las medianas de escenarios de rinde para cultivos extensivos basados en observaciones satelitales y modelos. análisis de su producción y de su distribución a través de geoservicios de la conae,” in *Anales de CAI-Congreso Argentino de AgroInformática*, pp. 146–159, 2021.
- [7] “Geoportal.”
- [8] “Geocatálogo de metadatos.”
- [9] WMO, “Wmo guidelines on the calculation of climate normals,” Tech. Rep. 1203, World Meteorological Organization, 2017.
- [10] G. Hoogenboom, C. Porter, V. Shelia, K. Boote, U. Singh, J. White, L. Hunt, R. Ogoshi, J. Lizaso, J. Koo, S. Asseng, A. Singels, L. Moreno, and J. Jones, “Decision support system for agrotechnology transfer (dssat) version 4.7,” 2017.
- [11] J. Jones, G. Hoogenboom, C. Porter, K. Boote, W. Batchelor, L. Hunt, P. Wilkens, U. Singh, A. Gijssman, and J. Ritchie, “Dssat cropping system model,” *European Journal of Agronomy*, vol. 11, pp. 235–265, 2003.
- [12] D. Edwards and T. McKee, “Characteristics of the 20th century drought in the united states at multiple time scales,” Master’s thesis, Department of Atmospheric Science Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-1371, 1997. Atmospheric Science Paper No. 634. Climatology Report No. 97-2.
- [13] V. Aliaga, F. Ferrelli, E. Alberdi-Algañaraz, V. Bohm, and M. Piccolo, “Distribución y variabilidad de la precipitación en la región pampeana, argentina,” *Cuadernos de Investigación Geográfica*, vol. 1, no. 42, pp. 261–280, 2016.
- [14] A. Brendel, V. Bohn, and M. Piccolo, “Variabilidad de la precipitación y su relación con los rendimientos agrícolas en una región semiárida de la llanura pampeana (argentina),” *Estudios Geográficos*, vol. LXXVIII, no. 282, pp. 7–2–9, 2017.
- [15] V. Bohn, M. Piccolo, and G. Perillo, “Análisis de los periodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de buenos aires (argentina),” *Revista de Climatología*, vol. 11, pp. 31–43, 2011.
- [16] L. Gastaldi and O. Quaino, “Eventos secos y húmedos del régimen de precipitaciones de localidades de la provincia de santa fe,” *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, vol. 8, no. 2, pp. 45–60, 2009.

A. Primer apéndice: metadatos

En la tabla 3 se muestran como ejemplo los valores que toman los campos que componen los metadatos correspondientes al producto diario PSM del día 28 de Abril de 2022. Se destaca en color rojo los campos que varían entre cada uno de los productos de la serie.

Tabla 3: Descripción del contenido de los metadatos. Todas las listas de códigos citadas corresponden a las enunciadas en las normas ISO 19115, salvo que se especifique otra norma.

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
ID único	Identificador único del archivo de metadatos y paquete de producto. Se genera de acuerdo a las indicaciones de la IDE CONAE	Cadena de caracteres	CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001
Idioma de los metadatos	Indica el idioma en el que se encuentra escritos los metadatos	Lista de códigos	SPA
Codificación	Nombre completo del estándar de codificación de caracteres usado para los metadatos	Lista de código MD_Character-SetCode	utf-8
Nivel jerárquico	Subconjunto de datos a los que se refieren los metadatos	Lista de códigos MD_ScopeCode	dataset
Punto de contacto del recurso	Descripción de la organización responsable de atender cualquier consulta y/o comentario del usuario. Corresponde a la oficina de Atención al Usuario de CONAE: Rol Nombre de la institución Número telefónico de contacto Tipo de número de teléfono Dirección postal Ciudad Código postal País Correo electrónico	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Lista de códigos CI_Telephone-TypeCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres	pointOfContact CONAE - Atención al Usuario +541143310074 int. 5413 voice Av. Paseo Colón 751 CABA C1063ACH Argentina atencion.usuario@conae.gov.ar
Fecha de los metadatos	Fecha de creación de los metadatos		

Continúa en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Fecha Tipo de fecha	Fecha Lista de códigos CI_DataType- Code	2022-06-16T13:23:57 creation
Nombre del perfil de metadatos	Nombre del perfil de metadatos utilizado para documentar el recurso	Cadena de caracteres	Perfil metadato CONAE - ISO 19115-3
Versión del perfil	Versión de la norma y/o perfil de metadatos utilizada para documentar el recurso	Cadena de caracteres	Metadatos RASTER - 2018 - V1
Estado del metadato	Define el estado de maduración del metadato	Lista de código CI_OnLineFu- ntionCode	completeMetadata
Nombre del sistema de referencia	Identifica por su nombre el sistema de referencia utilizado por el recurso	Cadena de caracteres	Sistema Geográfico Mundial
Código EPSG	Código EPSG del sistema de referencia utilizado por el recurso	Cadena de caracteres	EPSG:4326(WGS84)
Título del producto	Nombre por el cual se conoce formalmente el recurso	Cadena de caracteres	Rango de percentiles de humedad 2022-04-28
Fecha del producto	Fecha de creación del producto Fecha Tipo de fecha	Fecha Lista de códigos CI_DataType- Code	2022-04-28T00:00:00 creation
Título de la serie	Nombre del nivel jerárquico para el que se suministran metadatos	Cadena de caracteres	Rango de percentiles de humedad para el perfil de suelo
Identificador corto serie	Identificador corto del nivel jerárquico	Cadena de caracteres	Percentiles de humedad
Ubicación del catálogo de la serie	URL de acceso a la serie	url	https://geocatalogos.conae.gov.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
Resumen	Descripción en forma breve y clara del contenido del recurso	Cadena de caracteres	Rango de percentiles de humedad para el perfil de suelo en los primeros 50cm generado a partir de los datos SAOCOM y sus productos derivados. Compara los valores actuales de HS con las estimaciones históricas de manera de complementar la información existente con rangos de percentiles asociados. Mediante una regla empírica se clasifican los estados de HS desde muy seco a muy húmedo otorgándole a cada porcentaje de HS y para cada ZH un carácter sensible.
Crédito	Reconocimiento a quienes contribuyeron con el recurso	Cadena de caracteres	CONAE - Gerencia de Observación de la Tierra
Estado	Estado del recurso asociado	Lista de códigos MD_Progress-Code	completed
Datos del originador del recurso	Descripción de la organización donde se originó el recurso: Rol Nombre de la institución Dirección postal Ciudad Código postal País Nombre individual Puesto	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres Cadena de caracteres	originator CONAE - Unidad de Aplicaciones, Subgerencia de Aplicaciones y Productos CABA Av. Paseo Colón 751 C1063ACH Argentina Homero F. Lozza Jefe de Unidad de Aplicaciones
Datos del proveedor del recurso	Descripción de la organización que provee el recurso: Rol Nombre de la institución	Lista de códigos CI_RoleCode Cadena de caracteres	resourceProvider CONAE - Gerencia de Gestión Tecnológica

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Dirección postal	Cadena de caracteres	Centro Espacial Teófilo Tabanera
	Ciudad	Cadena de caracteres	Falda del Cañete (Prov. de Córdoba)
	Código postal	Cadena de caracteres	X5186XAM
	País	Cadena de caracteres	Argentina
	Nombre individual	Cadena de caracteres	CUSS - Planificación
	Puesto	Cadena de caracteres	Técnico
Datos del publicador del recurso	Descripción de la organización que publica y disponibiliza el recurso:		
	Rol	Lista de códigos CI_RoleCode	publisher
	Nombre de la institución	Cadena de caracteres	CONAE - Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones
	Dirección postal	Cadena de caracteres	Av. Paseo Colón 751
	Ciudad	Cadena de caracteres	CABA
	Código postal	Cadena de caracteres	C1063ACH
	País	Cadena de caracteres	Argentina
	Correo electrónico	Cadena de caracteres	geoservicios@conae.gov.ar
	Nombre individual	Cadena de caracteres	Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones
	Puesto	Cadena de caracteres	Técnico
Tipo de representación espacial	Naturaleza del contenido del recurso	Lista de códigos MD_Spatial-RepresentationTypeCode	grid
Escala espacial del dato	Relación entre la dimensión real de los objetos y las representaciones gráficas posibles a través de la teledetección o bien de la digitalización	Número, <i>interger</i>	7000000
Escala de trabajo	Breve descripción de la resolución espacial del recurso	Cadena de caracteres	Escala de trabajo aproximada 1:7000000, lo que equivale a una resolución de pixel de 3,5 km.

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
Tema	Tópico que caracteriza el contenido del recurso	Lista de caracteres MD_TopicCategoryCode	climatologyMeteorologyAtmosphere
Extensión geográfica	Definición de la extensión geográfica del recurso: Coordenada extrema oeste Coordenada extrema este Coordenada extrema sur Coordenada extrema norte	decimal decimal decimal decimal	-68.29677826 -56.66482402 -41.03450213 -27.99141557
Miniatura	Gráfico que provee una ilustración del recurso Pequeña: Nombre del archivo Descripción de la ilustración Grande: Nombre del archivo Descripción de la ilustración	url Cadena de caracteres url Cadena de caracteres	https://geocatalogos.conae.gov.ar/mod/mhs/dss/psm/20220428/CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001_TH.png thumbnail https://geocatalogos.conae.gov.ar/mod/mhs/dss/psm/20220428/CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001_QL.png large_thumbnail
Palabras clave	Palabras comunes o frases que describen el recurso Tema Lugar Plataforma Instrumento	Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-TypeCode Cadena de caracteres Lista de códigos MD_Keyword-	Rango de percentiles de humedad del suelo, Modelos de estimación theme Región pampaeana place SAOCOM platform SAR instrument

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
Restricciones	Restricciones y prerequisites legales de acceso y uso del recurso o metadatos Legal Uso Otras restricciones o forma de citar el producto	TypeCode Lista de caracteres MD_RestrictionCode Lista de caracteres MD_RestrictionCode Cadena de caracteres	copyright licenceUnrestricted La descarga y/o uso de cualquiera de estos productos SAOCOM de Nivel 2 y Superior SAOCOM implica por consiguiente la aceptación de los presentes Términos y Condiciones de Uso y el reconocimiento y respeto de los derechos de Propiedad Intelectual y de Derecho de Autor de los Productos. Se deberá indicar la siguiente leyenda “Producto SAOCOM® - ©CONAE - año de adquisición. Todos los derechos reservados” en todas las publicaciones, resultados, productos derivados y demás usos que los usuarios les den a dichos Productos.
Otros datos sobre el recurso	Idioma y codificación utilizada en el recurso Idioma del recurso País del idioma especificado Designación de la codificación de caracteres usada en el recurso	Lista de códigos LanguageCode (ISO 639-2) Lista de códigos CountryCode (ISO 3166-2) Lista de códigos MD_CharacterSetCode	spa ISO3166-2:AR utf8
Documentación	Referencia bibliográfica completa a 1 o más catálogos de características externos Título del catálogo Recurso online:	Cadena de caracteres	Documentación asociada a Rango de percentiles de humedad

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Enlace	url	https://documentoside.conae.gov.ar/productos/CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001
	Protocolo	Cadena de caracteres	WWW:LINK-1.0-http-link
	Nombre del tipo de recurso	Cadena de caracteres	Documentación
	Descripción del tipo de catálogo	Cadena de caracteres	Acceso a documentos
	Función del catálogo	Lista de códigos CI_OnLineFunctionCode	information
Información de las bandas	Detalles sobre el contenido del recurso Capa de información 1: Descripción del atributo	Cadena de caracteres	Banda 1 = Rango de percentiles de humedad de suelo
	Código del nivel de procesamiento	Cadena de caracteres	L4
	Tipo de cobertura	Lista de códigos MD_CoverageContentTypeCode	modelResult
	Nombre del tipo de cobertura	Cadena de caracteres	Banda 1
	Tipo de valores de la cobertura	Cadena de caracteres	byte
	Descripción del tipo de la cobertura	Cadena de caracteres	Rango de percentiles
	Valor máximo de la cobertura	Cadena de caracteres	255
	Valor mínimo de la cobertura	Cadena de caracteres	0
	Factor de escala aplicado al valor de la celda	Cadena de caracteres	1
	Otra propiedad que define el atributo	Cadena de caracteres	no dato=0
Datos de distribución	Información relacionada con la obtención del recurso Formato de distribución	Cadena de caracteres	GeoTIFF
	Fecha	Fecha	2022-06-16T13:23:57
	Tipo de fecha	Lista de códigos CI_DataTypeCode	publication
	Recurso online:		

Continua en la próxima página

Tabla 3 – Continua desde la página anterior

Nombre del campo	Descripción	Tipo de dato	Valor
	Enlace	url	https://geodescargas.conae.gov.ar/descargas/productos/CONAE_MOD_MHS_DSS_PSM_20220428_v001.zip
	Protocolo	Cadena de caracteres	WWW:LINK-1.0-http-link
	Nombre del tipo de recurso	Cadena de caracteres	Recurso para Descargar
	Descripción del tipo de catálogo	Cadena de caracteres	La información se puede obtener mediante la descarga directa desde internet.
	Función del catálogo	Lista de códigos CI_OnLineFunctionCode	download
Datos del linaje	Información sobre los eventos o datos fuente utilizados en la construcción de los datos Datos fuente	Cadena de caracteres	Datos utilizados para la generación del producto: CONAE_MOD_MHS_DSS_MSM_20220428_v001
	Alcance de la información de linaje	Lista de códigos	product
	Descripción del proceso	Cadena de caracteres	El producto de rango de percentiles de humedad del perfil de suelo compara los valores en porcentaje del MSM con sus correspondientes valores históricos. Dichos valores se obtuvieron previamente ejecutando una cadena de procesamiento similar a la del MSM, corrida de manera continua desde el año 1990 hasta el 2020. Diariamente, se calculan los rangos de percentiles para los valores actuales de HS a partir de las series históricas correspondientes al mismo día del año para, finalmente, asignarles un estado de humedad. Los estados de humedad se derivan de un esquema de clasificación similar al de Edwards y McKee (1997, Characteristics of the 20th century drought in the United States at multiple time scales).