




Transforming **U**nsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of alternatives to reverse soil degradation

A close-up photograph of a dark, rich soil profile, showing the texture and color of the earth. The soil is piled up, creating a mound that fills most of the frame.

Detección de una forma avanzada de erosión mediante datos de teledetección



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

Breve descripción del problema de degradación del suelo y estrategia de protección

La detección de formas avanzadas de erosión a través de la teledetección utiliza imágenes satelitales y aéreas para identificar cambios sutiles en el paisaje que indican procesos de erosión acelerada. Combinando firmas espectrales con datos topográficos, la teledetección puede identificar áreas con aumento de la erosión, como la formación de cárcavas, la degradación del suelo o el hundimiento del terreno. Este método ofrece una forma no invasiva y eficiente de monitorizar cambios ambientales a gran escala, optimizando la gestión del suelo, los esfuerzos de conservación y las estrategias de mitigación de desastres.

Al comprender cómo ocurre la erosión en el espacio y en el tiempo, los responsables de políticas y las partes interesadas pueden hacer cambios específicos para reducir la degradación del suelo por erosión y fomentar el uso sostenible del terreno.

Área objetivo

Este enfoque es aplicable en diversas regiones geográficas, incluidas aquellas propensas a la erosión debido a factores climáticos (por ejemplo, lluvias intensas, viento y sequía), características del suelo (erosionabilidad por viento o agua) y sistemas de producción agrícola específicos (por ejemplo, tierras agrícolas, áreas de pastoreo). Proporciona información valiosa para gestionar los riesgos de erosión y promover prácticas de uso sostenible de la tierra adaptadas al entorno local. Diferentes herramientas de teledetección



son útiles en diferentes entornos, dependiendo principalmente de la escala de los fenómenos de erosión evaluados (las cárcavas mediterráneas difieren de los surcos y cárcavas efímeros en el centro y norte de Europa).

Identificación del problema

La detección de la erosión mediante teledetección revela desafíos en la interpretación de cambios sutiles en el paisaje, como la formación de cárcavas y la degradación del suelo, lo que requiere una interpretación precisa de los datos. La herramienta de erosión del suelo en TUDI

DST sirve para identificar áreas erosionadas y proporciona una calibración y verificación a los enfoques de teledetección. Esta herramienta ofrece un análisis sencillo del terreno en unos pocos pasos, lo que puede ayudar a determinar diferentes tipos de evidencias de erosión y su intensidad.

Descripción detallada de la estrategia de protección

La integración de fuentes de datos satelitales y aéreas de acceso público proporciona una cobertura global que permite la detección

de formas avanzadas de erosión mediante datos de teledetección. Estas fuentes de datos, incluidas las de organizaciones como

La Agencia Espacial Europea (ESA), el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y proveedores comerciales como Planet Labs, son indiscutiblemente las fuentes más completas de imágenes e información geoespacial disponibles para el monitoreo de cambios ambientales. El creciente mercado de soluciones baratas con UAV (drones) permite un monitoreo detallado más eficiente.

Datos satelitales

Los datos satelitales, como los obtenidos de la serie Sentinel del programa Copernicus de la ESA, proporcionan una cobertura integral de grandes áreas geográficas con actualizaciones regulares. Esto permite un monitoreo continuo de los patrones de erosión a lo largo del tiempo. El Sentinel-2 captura imágenes multiespectrales cada cinco días con una resolución de 10 metros, que pueden analizarse para detectar cambios en la cobertura del suelo asociados con los procesos de erosión. Además, las imágenes de radar de satélites como el Sentinel-1 pueden utilizarse para análisis interferométricos que identifiquen

hundimientos del terreno y otros fenómenos de deformación relacionados con la erosión, como los ofrecidos por el Servicio Europeo de Movimiento Terrestre (EGMS). Una gran ventaja de los programas de USGS (programa Landsat) y Copernicus (familia Sentinel) es su acceso abierto. Por otro lado, sus resoluciones espaciales (10-30 m) y temporales (5-20 días) dificultan obtener imágenes sin nubes para cada ocurrencia de erosión. Los sistemas satelitales comerciales más avanzados proporcionan disponibilidad diaria y mayor detalle.

Imágenes aéreas

Los datos aéreos, incluidos los obtenidos mediante UAV ("Unmanned Aerial Vehicle"; es decir, cualquier vehículo aéreo no tripulado que es controlado por un piloto o mediante un programa informático, por ejemplo los drones), son el complemento perfecto para las imágenes satelitales. Ofrecen una resolución espacial superior, de hasta centímetros, y la flexibilidad para recopilar datos de diversas maneras. Estos conjuntos de datos proporcionan las imágenes

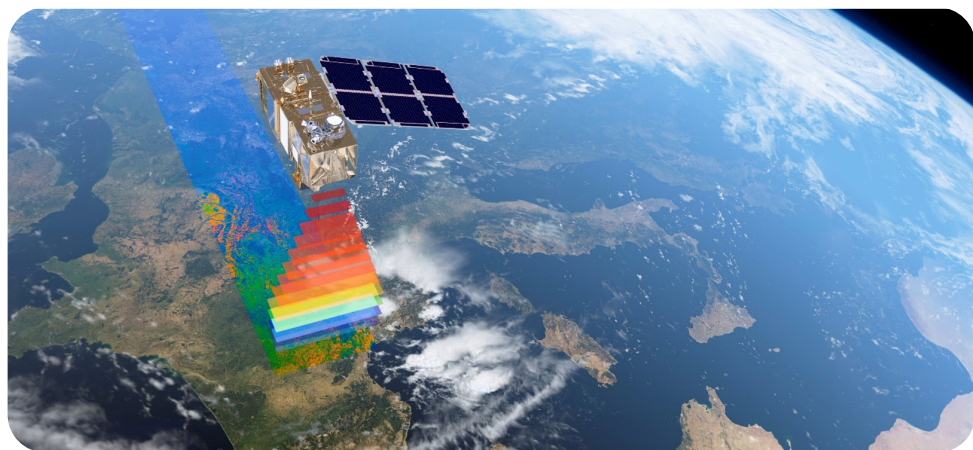


Fig. 1: 'Combinando una alta resolución y capacidades multiespectrales novedosas, con un ancho de barrido de 290 km y tiempos de revisita frecuentes, la nueva misión Sentinel-2 ofrece vistas de las tierras cambiantes de la Tierra con un detalle sin precedentes'. Imagen: ©ESA**



Fig. 2: Los pequeños y económicos drones pueden capturar ahora datos de ortofotomapas con una resolución de centímetros por píxel.

más detalladas para monitorizar la erosión en áreas más pequeñas. Generalmente, son recopilados de forma independiente y oportuna por instituciones de investigación locales o agencias gubernamentales. Estos conjuntos de datos a menudo incluyen imágenes RGB, datos multiespectrales e incluso datos LiDAR, que son esenciales para crear modelos de elevación de alta resolución para el análisis del terreno.

Accesibilidad

Muchos de estos recursos de datos de teledetección son de acceso abierto a través de portales y plataformas, como el “Copernicus Data

Space Ecosystem” o el “USGS Earth Explorer”. Esto permite a investigadores, responsables políticos y al público en general acceder fácilmente a los datos, lo cual es crucial para la colaboración y la participación en el monitoreo de la erosión y los esfuerzos de conservación a nivel local y global.

Un ejemplo de datos públicos de teledetección:

- **Navegador Copernicus (Copernicus Data Space Ecosystem)** <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
- **USGS Earth Explorer** <https://earthexplorer.usgs.gov/>

En conclusión, la integración de datos satelitales y aéreos de acceso público mejora la efectividad de la detección y monitorización de la erosión mediante teledetección. Al aprovechar estas fuentes de datos y técnicas avanzadas de análisis, las partes interesadas pueden tomar decisiones basadas en información para mitigar los impactos de la erosión y promover prácticas de uso sostenible del suelo en toda Europa y el mundo.

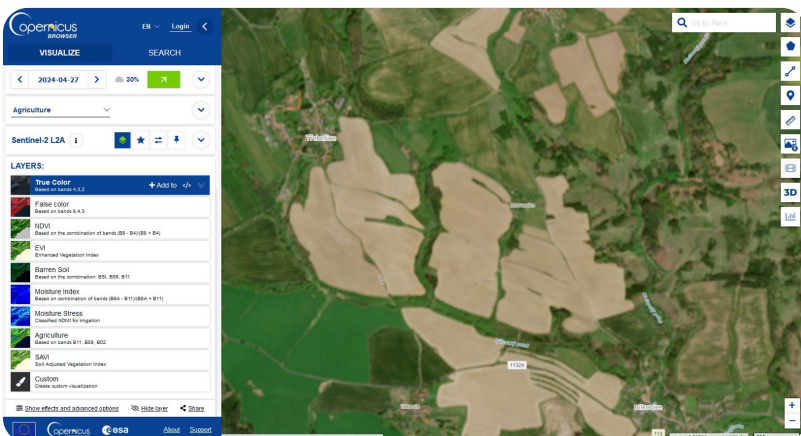


Fig. 3: Navegador Copernicus con conjunto de datos temáticos agrícolas y datos pre-preparados que muestran imágenes en colores reales y falsos, además de diferentes índices como NDVI, EVI, etc.

Pros/Contras de la técnica, obstáculos para su implementación

La tecnología satelital ofrece una monitorización no invasiva y eficiente de vastas áreas, complementada por el análisis detallado de UAVs en regiones más pequeñas. Sin embargo, entre los inconvenientes se incluyen altos costos, la necesidad de habilidades especializadas y problemas de disponibilidad de datos debido a la cobertura nubosa. Los datos satelitales pueden carecer de la resolución temporal necesaria para eventos de erosión rápida, y la identificación de características relacionadas con la erosión puede ser difícil. Superar las limitaciones técnicas, de integración y de financiación, así como garantizar el compromiso de los agentes interesados, es crucial para una gestión exitosa del suelo.

Efectos/Resultados/Estudios de caso

Monitorización mejorada de la erosión: La teledetección ha transformado la detección de la erosión, proporcionando información oportuna

y detallada sobre sus patrones espaciales y temporales.

Intervención dirigida: La identificación de puntos críticos de erosión permite la implementación precisa de medidas de control efectivas.

Evaluación del impacto en la conservación: La teledetección es una herramienta invaluable para evaluar la efectividad de los esfuerzos de conservación, incluidos los proyectos de control de erosión para proteger hábitats sensibles.

Mitigación de desastres: La identificación temprana de áreas propensas a la erosión permite tomar medidas proactivas para mitigar desastres naturales como deslizamientos de tierra o inundaciones.

Numerosos casos de estudio emplean imágenes satelitales para la detección de erosión a gran escala. Por otro lado, los drones, con su alta resolución, proporcionan imágenes detalladas que permiten un cálculo preciso de los volúmenes de material erosionado mediante modelos digitales del terreno y análisis de datos.



Fig. 4: Comparación entre una imagen satelital en colores reales de Sentinel-2 con una resolución de 10 m/píxel y un mapa ortofoto tomado por UAV con una resolución de 2.8 cm/píxel, donde se observan surcos de erosión visibles, que también pueden utilizarse para un análisis más detallado, como el cálculo del material erosionado.

Más literatura

Además del “Copernicus Data Space Ecosystem” y el “USGS Earth Explorer”, existen otras plataformas y portales de datos que proporcionan acceso a datos de teledetección para el monitoreo de la erosión y los esfuerzos de conservación:

- NASA Earthdata: El Sistema de Datos e Información de Observación de la Tierra (EOSDIS) de la NASA ofrece una vasta colección de datos sobre ciencias de la Tierra, incluyendo imágenes satelitales, observaciones aéreas y otros datos de teledetección relevantes para el monitoreo de la erosión.
- Datos de Observación de la Tierra de la ESA: La Agencia Espacial Europea (ESA) proporciona acceso a una amplia gama de datos satelitales a través de plataformas como el Portal de Acceso a Datos de Observación de la Tierra de la ESA (EO-SSO) y el Portal Earth Online de la ESA.
- Global Forest Watch (GFW): GFW ofrece una variedad de conjuntos de datos de teledetección forestal, incluyendo imágenes satelitales y datos LiDAR, que

Resumen

El uso de la teledetección representa una herramienta muy valiosa para la detección avanzada de la erosión. Utiliza datos satelitales y aéreos para identificar cambios sutiles en el paisaje que indican procesos de erosión acelerada, como la formación de cárcavas y el hundimiento del terreno. Ofrece un monitoreo eficiente y no invasivo, ayudando a la gestión de tierras y la mitigación de desastres a nivel mundial. Sin embargo, presenta desafíos como el

pueden ser útiles para monitorizar la erosión en áreas boscosas.

- Acceso a Datos de la NOAA: La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) proporciona acceso a datos satelitales, imágenes aéreas y otros datos ambientales a través de plataformas como el Catálogo de Datos de la NOAA y el Sistema de Gestión de Datos Ambientales de la NOAA (EDMS).
- Maxar Open Data Programme: Maxar ofrece acceso a imágenes satelitales a través de su Programa de Datos Abiertos, proporcionando imágenes de alta resolución que se pueden utilizar para el monitoreo y análisis de la erosión.
- Google Earth: Proporciona una fuente valiosa de imágenes de archivo de alta resolución para análisis iniciales del uso del suelo y la degradación de la tierra en regiones específicas sin necesidad de habilidades avanzadas en SIG.

Estas plataformas, entre otras, ofrecen valiosos recursos para acceder a datos de teledetección y apoyar la monitorización de la erosión y los esfuerzos de conservación tanto a nivel local como global.

costo, la complejidad técnica y los problemas de interpretación. La integración de datos públicos mejora la precisión, aunque persisten obstáculos como el acceso limitado y la participación de los agentes interesados. No obstante, los resultados positivos de las intervenciones dirigidas y la mejora en la gestión del suelo son claros. El estudio de caso de la Meseta Loess (o Loess Plateau, en China) es un claro ejemplo de la efectividad de la teledetección.

Tabla resumen

	Rating	Comments
Salud General del Suelo	***	
Balance Hídrico	**	
Estructura del Suelo	*	
Erosividad	***	
Balance de Nutrientes	**	
Vida del Suelo	*	
Practicabilidad	**	
Economía	**	



Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

Project coordinator


José A. Gómez


Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research
joseagomez@ias.csic.es


Duration


July 2021 – June 2025

Follow TUdi

 @Project_TUdi

 TUdi Project

 TUdi Horizon 2020

 tudi-project.org