CLMS Protected Areas: cartografía semiautomática de uso y cobertura del suelo mediante series temporales Copernicus e inteligencia artificial

Un nuevo enfoque para la monitorización de áreas protegidas y su integración con la cartografía de hábitats EUNIS

García Rochera, Aurelio;

Tema: Inteligencia artificial, Large Language Model, Deep Learning, etc.

Resumen

El producto **PA-2021** del Copernicus Land Monitoring Service **(CLMS)** introduce un nuevo enfoque para la generación de cartografía de uso y cobertura del suelo (Land Use/Land Cover, LULC) en áreas protegidas europeas, sustituyendo los procesos tradicionales de fotointerpretación por una metodología semiautomática basada en inteligencia artificial. La propuesta combina series temporales Sentinel-2 superresueltas, modelos de ***Deep Learning*** y estrategias automáticas de generación y depuración de muestras de entrenamiento a partir de productos previos del CLMS, incorporando información espectro-fenológica específica para cada clase.

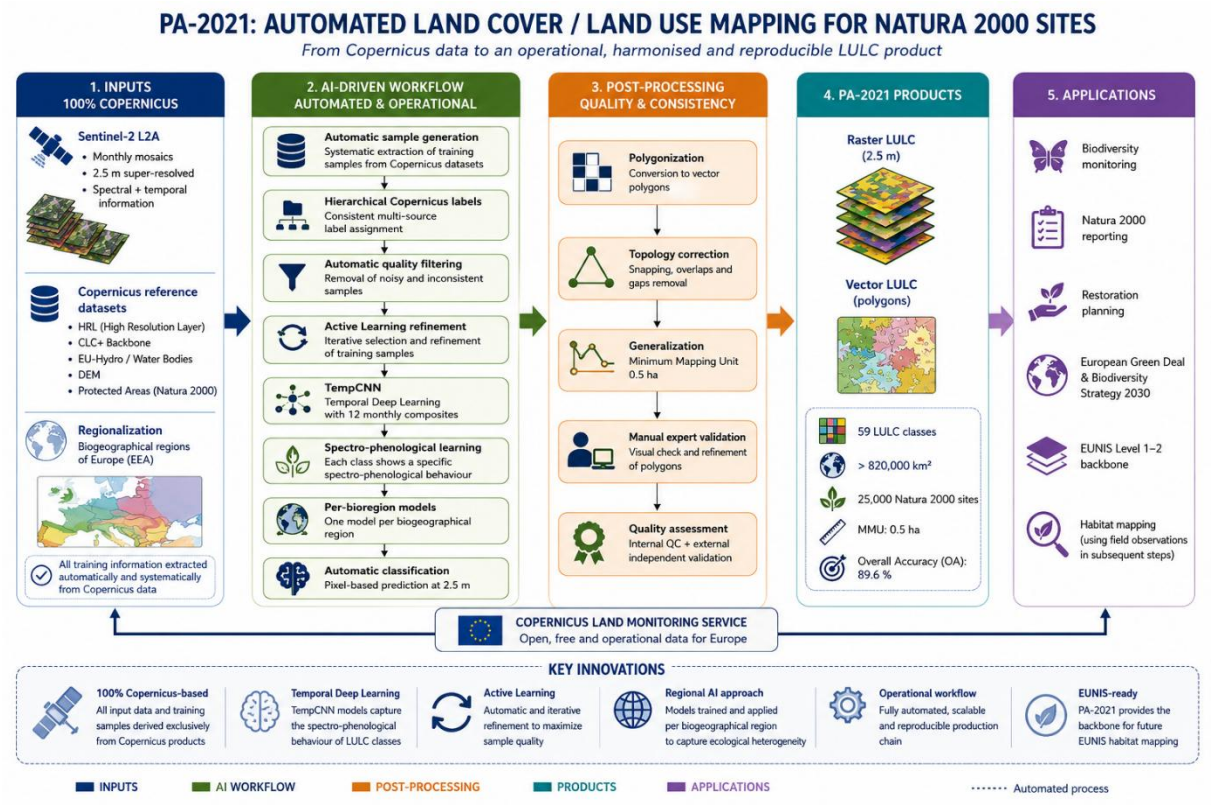
La metodología permite obtener una clasificación temática detallada y reproducible, alcanzando precisiones superiores al 90 % en las clases de nivel 1 y mejorando significativamente la discriminación de tipos forestales, cultivos, pastizales y elementos de pequeña dimensión. Además, el flujo de trabajo genera productos vectoriales topológicamente consistentes, con atributos normalizados con código específico de clase, salidas en formato GDB y GPKG, cumpliendo con los requerimientos del producto: áreas mínimas de 0,5Ha y ancho mínimo de 10 metros. De la misma manera, se generan productos intermedios ráster LULC a un tamaño de 2,5x2,5 metros con capas probabilísticas.

Uno de los aspectos más relevantes del enfoque es su capacidad para constituir la base cartográfica de referencia para los niveles 1 y 2 de la clasificación EUNIS, en correspondencia con los tipos de ecosistemas definidos por la IUCN. PA-2021 proporciona una cartografía LULC homogénea y objetiva sobre la que desarrollar, en fases posteriores, la cartografía detallada de hábitats mediante la integración de información de campo, estableciendo un marco común para la monitorización ecológica de las áreas protegidas europeas.

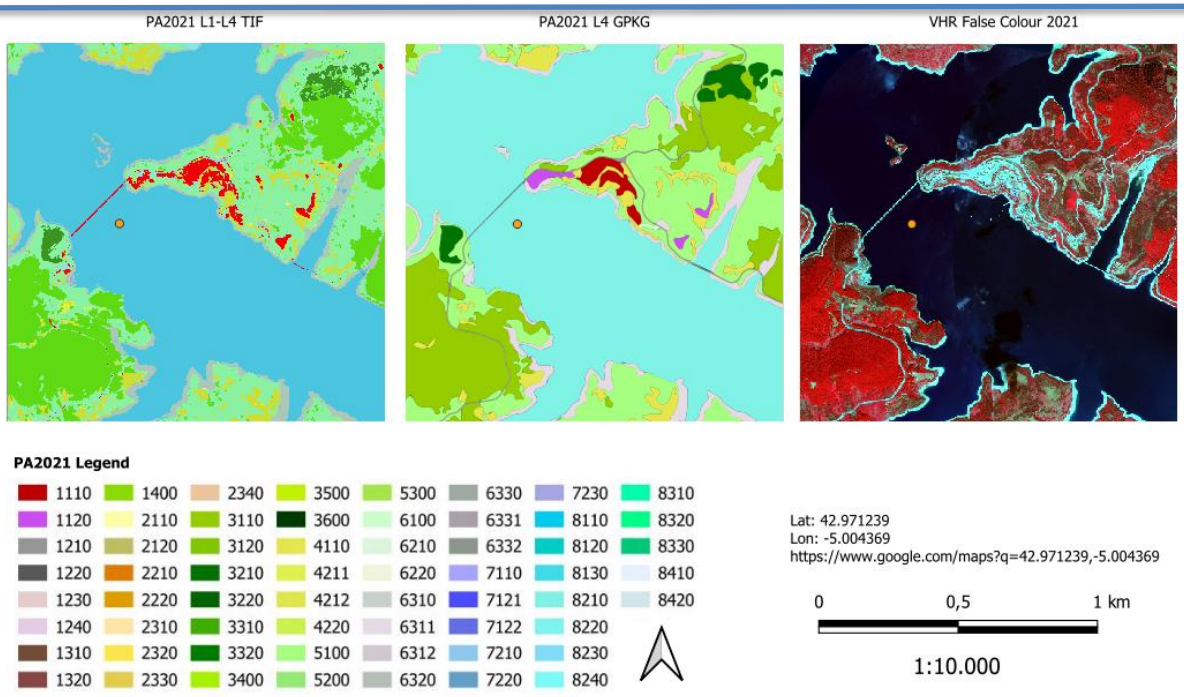
El trabajo demuestra cómo la integración de técnicas avanzadas de superresolución (vía series temporales de datos Sentinel-2), modelos de aprendizaje profundo orientados al análisis de series temporales (TempCNN) y estrategias de *Active Learning* permite capturar el comportamiento espectro-fenológico característico de cada clase LULC. El entrenamiento se basa en muestras obtenidas de forma completamente automática y sistemática a partir de productos Copernicus, regionalizadas según las distintas bioregiones europeas y refinadas iterativamente para maximizar su calidad. Esta combinación transforma la producción cartográfica dentro del programa Copernicus mediante un flujo reproducible, escalable y aplicable a grandes extensiones territoriales.

La principal ventaja de la metodología radica en la implantación de un flujo de producción completamente automatizado y operacional, capaz de reducir significativamente el esfuerzo de fotointerpretación, limitándolo principalmente a tareas de validación y refinamiento de los polígonos generados. Este enfoque incrementa la objetividad del proceso al minimizar el sesgo asociado al operador, garantizando una mayor consistencia entre campañas y facilitando la comparación temporal de los productos LULC. Además, una vez desarrollado el modelo, la actualización para nuevos años requiere un esfuerzo considerablemente menor, haciendo viable la generación de productos multitemporales con una mayor frecuencia de actualización. Como principal limitación, el procesamiento requiere una infraestructura computacional de altas prestaciones capaz de gestionar grandes volúmenes de información, superiores a **70 TB** de datos mensuales superresueltos para la cobertura europea completa (aproximadamente **1.000 teselas Sentinel-2**).

Diagrama:



Ejemplo en Península Ibérica (Riaño, León):



Enlaces de referencia:

Protected Areas (PA-2021)	https://land.copernicus.eu/en/products/local-component-of-the-copernicus-land-monitoring-service/protected-areas
Copernicus Programme	https://www.copernicus.eu
Natura 2000	https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/natura-2000_en

Palabras claves

Inteligencia artificial, Deep Learning, Superresolución, Sentinel-2, Series temporales, Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), Uso y cobertura del suelo (LULC), Áreas protegidas, Cartografía de hábitats, EUNIS, RED NATURA

Autores

1º Javier Becerra Corral
javierbecerra@grupotecopy.es
COTESA

2º Aurelio García Rochera
aureliogarcia@grupotecopy.es
COTESA