



Hacia una transformación digital efectiva en la
actualización en distribución de los datos geoespaciales
mediante *big data* e Inteligencia Artificial

Transformación digital para la optimización de la producción y mantenimiento de conjuntos de datos geoespaciales

- **Texto:** Fco. Javier Glez. Matesanz,
subdirector general de Cartografía
y Observación del Territorio
- 



Introducción

Los conjuntos de datos geoespaciales que se generan a diario en la actualidad no son comparables a los tradicionales, tanto por su volumen como por su velocidad de generación y distribución, por su variedad de fuentes y formatos, y por su complejidad. El desarrollo experimentado durante las últimas décadas en las tecnologías de producción, captura, procesamiento y publicación de datos ha desembocado en una nueva manera de entender el mundo. Todo lo que hacemos deja un rastro digital, que puede ser analizado para extraer información, y es en nuestra capacidad para analizar estos datos y crear productos y servicios de valor añadido donde reside el potencial real de los mismos.

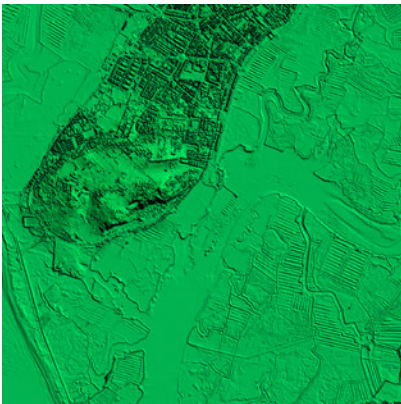
En este escenario, las nuevas tecnologías basadas en *big data* e IA pretenden responder a los retos que se plantean en los procesos de actualización y distribución de la información geoespacial para satisfacer las demandas de la sociedad. La implantación gradual de estas tecnologías se ha instrumentado a través de varios proyectos financiados con fondos procedentes del Mecanismo Europeo de Recuperación y Resiliencia (MRR).

En el primero, se va a desarrollar una herramienta integral de IA para automatizar las tareas de identificación y comparación de objetos geográficos en ortofotografías aéreas. En el segundo, se aplica la tecnología *big data* a la recopilación, análisis y gestión de la gran cantidad de datos del IGN. A continuación, se expone el presente y futuro de los proyectos de transformación digital en la gestión de la información geoespacial mediante estas tecnologías, como impulsores en la mejora de la cadena de valor de los productos cartográficos y servicios de bases de datos geoespaciales cumpliendo con las necesidades de los usuarios.

La importancia de los datos geoespaciales

La enorme cantidad de datos en forma de imágenes aéreas y satelitales y los diferentes conjuntos de datos espaciales y estadísticos generados y distribuidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), junto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través de los cuales se gestionan y publican, forman un enorme y complejo ecosistema. Por poner un ejemplo, la digitalización del territorio mediante técnicas como el LIDAR (*Light Detection and Ranging*), dentro del proyecto PNOA-LIDAR (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea LIDAR), aporta en la actualidad (gracias a las dos coberturas realizadas entre 2008 y 2015 y entre 2015 y 2021) información de altimetría y tipo de cubierta del suelo de todo el territorio nacional, con una densidad de entre 1 y 2 puntos por metro cuadrado. La próxima cobertura, cuya producción comenzará este año en colaboración con MITECO, densificará las coberturas anteriores, proporcionando un mínimo de 5 puntos por metro cuadrado, y albergando a su vez diferentes atributos tales como la intensidad del retorno e incluso fotografía aérea de medio formato.

Esta digitalización del territorio encuentra casos de uso en multitud de disciplinas como son: 1) la ingeniería, a partir de la modelización BIM (*Building Information Modelling*), 2) el ámbito agrario, para el cálculo preciso de indicadores como es el Coeficiente de Admisibilidad de Pastos, 3) la seguridad en la navegación, a partir de la detección de obstáculos en las zonas de servidumbre aeroportuarias, 4) en el desarrollo de las ciudades inteligentes, clave para el despliegue del 5G, a partir de su modelización tridimensional precisa, y, por supuesto, 5) en la optimización de la calidad, especialmente altimétrica, de la información geográfica que se gestiona en entornos de bases de datos, como es el proyecto de la Base de Datos Información Geoespacial (BDIG), a partir de la que se desarrolla el flujo de producción



De izquierda a derecha,
y de arriba abajo, planimetría
de 1873, vuelo AMS de 1955,
Modelo Digital del Terreno
de 2015, Mapa Topográfico
Nacional 1:25 000,
imagen de PNOA2013
y vuelo LIDAR de 2015.



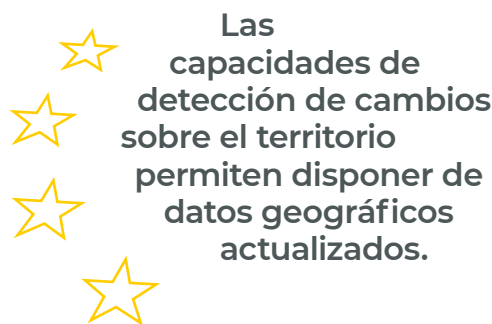
cartográfica que lleva a cabo el IGN. Solo el proyecto PNOA-LIDAR da una idea de la enorme cantidad de datos geoespaciales que genera, así como de su impacto y aplicabilidad en las funciones habituales de multitud de departamentos ministeriales, profesionales, sociedad civil y militar. Además, el IGN atesora coberturas de imágenes aeroespaciales del Estado desde los años 40 (que en el momento presente se actualizan cada tres años), información geográfica digital desde los años 70 en forma de cartografía y en sistemas de información geográfica, además de multitud de documentación analógica y estadística, para hacernos una idea del volumen que se trata de gestionar.

El verdadero reto no es simplemente la utilización de herramientas digitales para la producción, actualización y gestión de los diferentes proyectos, sino construir entornos totalmente digitalizados basados en una verdadera gobernanza de macrodatos e inteligencia de datos (*big data*) y a la automatización, mediante el empleo de robots de *software* e IA, de las tareas manuales, repetitivas o tediosas que no aportan valor añadido alguno.

El programa BDIG como germen de la transformación digital de procesos

En los últimos años, se han llevado a cabo en la Subdirección de Cartografía y Observación del Territorio del IGN dos procesos de transformación digital claves para la optimización de la producción y el mantenimiento de conjuntos de datos geoespaciales, la modernización y mejora de los procesos y procedimientos, y la capacitación del personal y la organización.

El primero de ambos procesos se ha centrado en un cambio del paradigma de la metodología de actualización de las bases de datos topográficas, mediante el desarrollo del programa denominado Bases de Datos de Información Geoespacial, BDIG, que basa los procesos de ac-



Las capacidades de detección de cambios sobre el territorio permiten disponer de datos geográficos actualizados.

tualización en la detección semiautomática de cambios en el territorio, gracias a la incorporación de herramientas de monitorización continua. El segundo tiene como objetivo la automatización de la edición cartográfica de la serie del Mapa Topográfico Nacional escala 1:25 000 (MTN25), como se verá en el siguiente apartado.

El programa BDIG tiene por objetivo la actualización continua de diversos productos del IGN, de forma **que los cambios sucedidos en el territorio se incorporen de forma rápida y eficiente para que el grado de actualización de los datos que se publican sea el máximo posible** en todo momento. Este programa se encuentra en la actualidad en fase de puesta en producción y aún la Base Topográfica Nacional (BTN) y la Información Geográfica de Referencia de la Red de Transportes (IGR-RT) en un único entorno de producción, actualización y gestión, si bien todo el proceso es trasladable a otros conjuntos de datos que se producen en el IGN. Cabe destacar que la información gestionada en BDIG será la fuente principal para la generación automática del MTN.

El programa BDIG se fundamenta en tres pilares:

- Detección temprana de cambios sobre el territorio.
- Gestión de órdenes de trabajo para “paquetizar” las actualizaciones y hacer un seguimiento de las mismas.
- Entorno controlado de actualización.

Procesos de detección de cambios sobre el territorio


- Las posibilidades para detectar si ha ocurrido o va a ocurrir un cambio en el territorio son muy numerosas. A continuación, se indican algunos ejemplos: es posible rastrear de manera automática multitud de fuentes informales u oficiales disponibles en internet mediante el uso de *bots* (pequeños programas informáticos que ejecutan tareas de manera automatizada). Es notorio que incluso mucho antes de que se produzca una gran alteración sobre el territorio, por ejemplo, debido a una infraestructura de obra civil, existe rastro digital al respecto. Este conjunto de *bots* permite la detección de cambios sobre el territorio y su temporalidad, sea pasada, actual o futura además de una localización de manera directa o indirecta. Sin embargo, la gran debilidad de estos sistemas es la necesidad de grandes rastros digitales para minimizar la incertidumbre de la propia detección.
- Por su parte, explotar el enorme patrimonio de imágenes de las que dispone el IGN para detectar qué ha cambiado sobre el territorio es también un viejo problema que ha tenido diferentes aproximaciones desde la propia existencia de las mismas imágenes. Sin embargo, las primeras pruebas realizadas en 2017 mediante otra aproximación totalmente distinta, IA, ya arrojaron fiabilidades del 96 % en la detección de nuevos elementos sobre ortofotografías aéreas. La comparación de imágenes para detectar objetos geográficos concretos sobre el territorio constituye uno de los problemas mejor solucionados mediante IA a través de *Deep learning*, esto es, a través de métodos de aprendizaje reforzado mediante conjuntos de datos de entrenamiento sin importar la causalidad, es decir, focalizando el esfuerzo en la solución y no en por qué se determina a esta.



Detección de cambios sobre el territorio mediante IA



- La comparación con otras fuentes de datos disponibles y accesibles sirve como origen para la detección e integración de posibles diferencias o cambios. Estas pueden ser organismos oficiales, como la información proporcionada por la Dirección General del Catastro, la cartografía de las comunidades autónomas o conjuntos de datos específicos de determinados ministerios, con los que se llega a hacer actualización automática de datos; pero también **es posible aprovechar datos de fuentes no oficiales**, por ejemplo, la información geográfica voluntaria (VGI, por sus siglas en inglés), que como mínimo sirve de alerta de un posible cambio. A su vez, estas fuentes de datos pueden ser en unos casos más estructuradas, como es la información catastral, y, en otros, tener un formato más libre (o menos rígido) u ofrecer datos en un estado



Disponer de una base de datos de información geoespacial con la adecuada formalización de las relaciones entre objetos geográficos permite generar cartografía de forma automatizada.

más bruto.

Como ejemplo

de esto último, se deben destacar las iniciativas de datos abiertos que pretenden que las distintas organizaciones publiquen los datos que recaban de la forma más primitiva e inmediata posible con objeto de que otros organismos los aprovechen (generalmente en combinación con otros). Por ejemplo, datos de aforos de tráfico, de nivel de ruido o de número de visitantes de edificios que sean Bien de Interés Cultural, pueden ayudar a mejorar la completitud de las bases de datos de información geoespacial y a optimizar la jerarquización de los datos, fundamental para facilitar la generación posterior de productos cartográficos y servicios geográficos.

En definitiva, la diversidad de conjuntos de datos existentes, tanto del IGN como de otras organizaciones, unida a la complejidad, volumen y velocidad de actualización que tienen algunos de ellos, posibilitan, en teoría, mantener con un elevado grado de completitud, exactitud temática y actualidad la Base de Datos de Información Geoespacial (BDIG). En este sentido, **las técnicas de big data, de macrodatos o de inteligencia de datos, deben ser ampliamente desarrolladas para poder aprovechar todo su potencial.**

Proceso de gestión y consolidación de los cambios

Esta enorme profusión de cambios no está exenta de falsos positivos, reiteraciones en los mismos, errores en su categorización y muchos otros problemas de diversa índole. Así pues, los

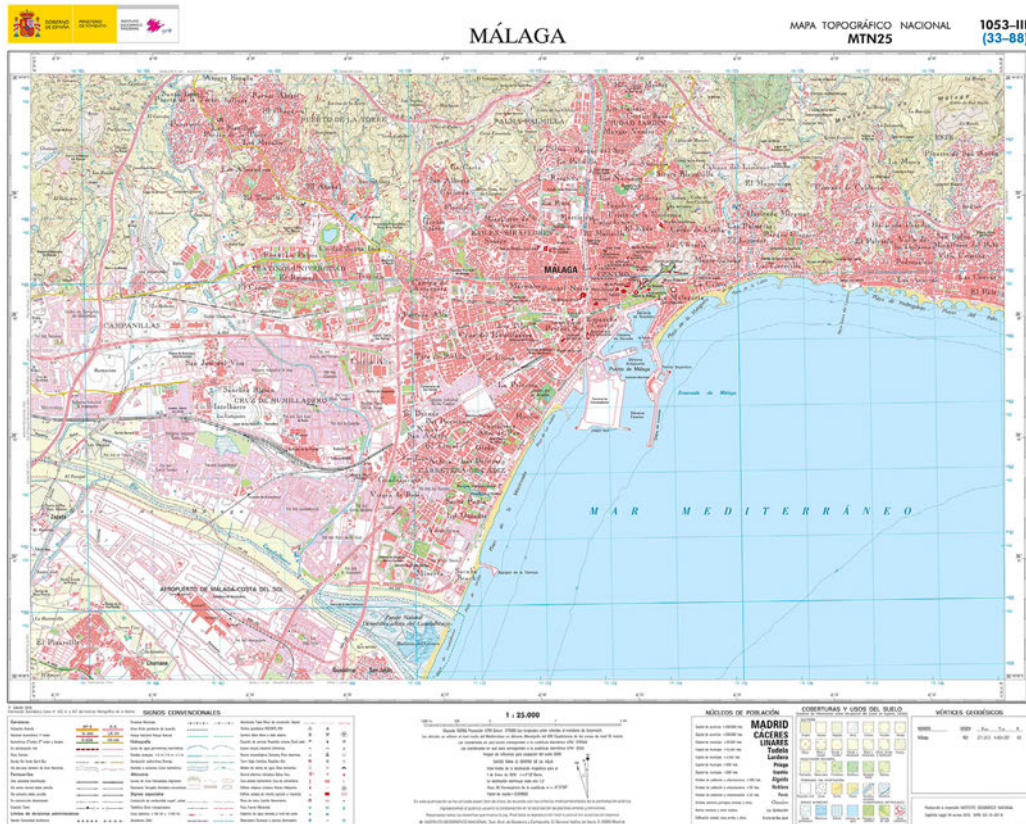
posibles cambios deben ser sometidos a un triaje y “empaquetados” en órdenes de trabajo que serán ejecutados por los operadores cartográficos. En esta fase se realiza la gestión del proceso aplicando la metodología y tecnología de gestión de procesos de negocio BPM (*Business Process Management*). En el proceso de gestión y consolidación de cambios se generan listas de trabajos, que son asignados a diferentes operadores para su actualización en BDIG y se realiza el seguimiento sobre la ejecución de los mismos.

Entorno controlado de actualización

Para facilitar la ejecución de las órdenes de trabajo, se proporciona un espacio guiado, que permite la actualización conjunta de datos de diferente temática, que evite la comisión de errores y garantice una buena productividad y homogeneidad en la ejecución. Este entorno se desarrolla sobre *software* SIG y se configura en equipos accesibles mediante conexión remota, lo que facilita la ejecución de estas tareas tanto de forma externalizada como por medios propios.

La generación automática de cartografía

Cabe destacar que el producto principal al que debe dar soporte BDIG es el Mapa Topográfico Nacional, MTN. En este sentido, hemos de reseñar que BDIG se apoya en una base de datos coherente, esto es, está formalizado un conjunto de reglas topológico-semánticas a modo de aseguramiento de la calidad que permite disponer de la necesaria “inteligencia de producto” de la que carecían los antiguos sistemas CAD (*Computer Aided Design*), por ejemplo, la generación automática de cartografía. Así pues, una vez son consolidados los cambios del territorio sobre BDIG es posible generar de manera auto-



mática la cartografía básica del Estado, el MTN. Actualmente, este producto se obtiene por la aplicación de procesos automáticos que emulan las técnicas que aplicaban los operadores cartográficos en su producción tradicional.

El resultado del proceso es directamente publicado a través de los **servicios de visualización** de la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España), donde la celeridad en la publicación para ser consumidos en navegadores web prima frente a otras componentes, e incorporado en aplicaciones que precisan de este soporte geoespacial para su funcionamiento, como es el caso de **Mapa a la Carta**. La navegación web es a su vez complementada con niveles de visualización adicionales que muestran la información geográfica a la resolución en la que se encuentra en la base de datos, y, por tanto, sin la restricción implícita en la escala 1:25 000 del producto, y con una simbología homogénea a la del mapa para que la transición entre niveles de visualización resulte totalmente natural.

Sin embargo, para la salida impresa del producto y de ficheros a **descarga**, sobre el resultado del automatismo se llevan a cabo un conjunto de ediciones limitadas, orientadas a optimizar los aspectos en los que el proceso haya ofrecido una solución con un adecuado estándar de calidad cartográfica.

Proyectos a través de fondos del MRR

En el marco de la transformación digital para la optimización de la producción y la actualización de los datos espaciales, se han planteado tres proyectos de vital importancia que serán financiados con fondos procedentes del MRR.

El primero propone una herramienta de IA para automatizar las tareas de identificación y comparación de objetos geográficos en ortofotografías aéreas de forma abierta y con capacidad de proceso adecuada para realizar inferencias a lo largo de todo el territorio del Estado.

El segundo pretende emplear tecnologías *big data* para la optimización del almacenamiento, captura, integración,

Cartografía 1:25 000 generada automáticamente a través de BDIG y editada para su publicación impresa.

análisis y explotación de la gran cantidad de datos del IGN (y potencialmente de otros organismos).

El tercero tiene por objeto la evolución de la Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte, en particular su red viaria, para atender a las nuevas necesidades de los usuarios, tanto públicos como privados, al incorporar estos datos en sus aplicaciones. Esta evolución del producto es lo que se llama la **Red de Transporte de Alta Definición (RTAD)**.

Macrodatos e inteligencia de datos geoespaciales (*big data*)

El Instituto Geográfico Nacional, desde su creación en el siglo XIX, atesora enormes cantidades de datos geoespaciales en diversos formatos, escalas y fechas de todo el territorio nacional. Sin embargo, al igual que ha sucedido en otros sectores, el volumen que gestiona ha crecido de forma exponencial durante las últimas décadas, en gran parte debido a proyectos tan emblemáticos como el PNOA o el PNOA-LIDAR.

Estos son solo dos ejemplos de los muchos conjuntos de datos digitales georreferenciados y bases de datos con millones de registros que el IGN almacena y que sufren modificaciones diarias. En este escenario, en el que **la magnitud y velocidad de la recogida y generación de datos es mayor que nunca (y sigue creciendo)**, y siendo conscientes de que compartirlos y combinarlos para generar servicios y productos de valor añadido es una necesidad de primer orden, gestionar de forma efectiva y eficiente este activo es imprescindible.

Dicha gestión es una tarea compleja por diferentes razones: los datos pueden estar distribuidos en sistemas dispersos y no integrables; estar siendo recopilados, mantenidos y utilizados por diferentes niveles de una organización de forma separada; existir incoherencias entre los distintos repositorios; o ser incorporados mediante sistemas que no contemplan



como requisito el aseguramiento de la calidad. Por ello, es necesario adoptar un marco de gobierno de datos en el que se definan políticas y procedimientos para garantizar una gestión efectiva que facilite la colaboración en todos los niveles de la organización y asegure la calidad de los datos que se distribuyen y el acceso a los mismos.

Por todo ello, este proyecto parte de un diagnóstico de la situación actual que permite **identificar los conjuntos de datos críticos** y los procesos de almacenamiento, producción, aseguramiento de la calidad, explotación y distribución interna que sean susceptibles de mejora mediante tecnologías *big data*. Una vez identificados, se trabajará para definir una hoja de ruta con las etapas necesarias para implantar dichas tecnologías, teniendo en cuenta no solo los requisitos de infraestructura física y lógica que caracterizan cada caso de uso, sino también para asegurar que la vertiente humana del proceso (capacitación y concienciación del personal que intervenga en él) es la adecuada para garantizar una implantación exitosa.

Los objetivos que se buscan son varios:

- Incrementar la eficiencia en el almacenamiento de los datos, evitando duplicidades y adaptando la infraestructura física existente a las necesidades reales de la organización (gracias a las posibilidades de escalabilidad y redundancia que las tecnologías *big data* y de computación en la nube brindan).

- Perseguir una mejora en el acceso de los datos, desde el punto de vista tanto de su disponibilidad como del cumplimiento de las políticas de acceso.
- Buscar una mayor eficacia de los procesos, aprovechando las posibilidades que el procesamiento distribuido ofrece, recortando los tiempos de producción y desarrollando y estandarizando controles de calidad que permitan detectar y subsanar posibles errores.

Inteligencia Artificial para la detección y explotación de datos geoespaciales

La existencia de grandes cantidades de datos, la digitalización del mundo físico, disponer de procesadores gráficos (GPU por sus siglas en inglés) muy potentes a bajo coste y el desarrollo de arquitecturas neuronales profundas, entrenados con datos, han propiciado lo que se denomina la “primavera de la inteligencia artificial”, por contraposición a los dos “inviernos” (período de reducción de fondos e interés en la investigación) sufridos entre 1974-1980 y entre 1987-1993. Sin embargo, a partir de la década del 2010, la IA empezó a ganar interés por parte de la comunidad de investigación con el consiguiente incremento de inversión del sector.

Hay problemas que pueden abordarse mediante IA en los casos en que es difícil el tratamiento de la información por ser incompleta, ambigua, imprecisa... o cuando existen demasiadas posibilidades de cálculo de forma que se puede utilizar una aproximación heurística para dirigir el cálculo, si no existe una solución analítica o basada en algoritmos. En el ámbito de la información geográfica existen infinidad de problemas de esta tipología como son la identificación de objetos geográficos sobre el territorio a través de imágenes aéreas o de satélite, la comparación de estas imágenes para detectar cambios, los cambios de escala en la cartografía (generalización cartográfica), la identificación de líneas blancas para la red de transportes o la rotulación inte-



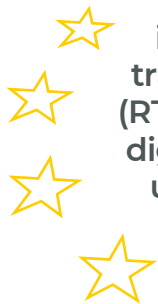
Ejemplo de detección de vertederos no autorizados.

ligente de textos, por poner solo algunos ejemplos.

Centrándonos en el primero de los pilares del programa BDIG, se ha comenzado el estudio y análisis de una **nueva metodología de trabajo para la detección de cambios sobre el territorio**. El objetivo del proyecto con fondos MRR es conseguir una plataforma de IA basada en técnicas de *deep learning* que permita aprovechar de forma eficiente la ingente cantidad de imágenes procedentes de sensores aerotransportados y satelitales de las que dispone el IGN, para transformar los procesos de detección de cambios sobre el territorio, de manera que se automatice en su mayor parte y se reduzca o elimine drásticamente la necesidad de revisión visual por parte de los operadores cartográficos.

Es preciso apuntar que el sistema tradicional de detección de cambios requiere muchas horas de operador cartográfico, ya que se debe revisar visualmente todo el territorio con la finalidad de determinar qué ha cambiado y qué permanece inalterado. Con este nuevo sistema, que pretende reducir la interacción humana, se reducirían también los tiempos de actualización cartográfica ya que se acortan los saltos de tiempo entre que el cambio se produce, se detecta y se corrige en la cartografía.

Esta automatización permite, además, aumentar significativamente la capacidad para gestionar volúmenes de cambios más grandes, lo que redundará aún más en la minimización del tiempo que pasa desde que un cambio se produce en



A semejanza de las infraestructuras físicas de transportes, la Red de Transportes (RT) constituye la infraestructura digital de transportes que permite un uso transversal a todo Mitma.

el mundo real hasta que se refleja en las bases de datos de información geoespacial y en los mapas.

Otra de las premisas de este proyecto es que la herramienta de detección de objetos u entidades geográficas sea universal, es decir, que se pueda decidir en cada momento qué tipo de objeto se quiere detectar, proporcionando la posibilidad de mejorar el sistema mediante nuevos entrenamientos de la herramienta según las necesidades. Se pretende además que sea un producto abierto al resto de las Administraciones públicas, permitiendo a cualquier usuario con una necesidad específica entrenar la red con su propio conocimiento de la realidad que desea identificar y obtener los objetos deseados a partir del amplio banco de imágenes aerotransportadas y de satélite disponibles.

Este proyecto de IA de detección y explotación de datos geoespaciales pretende desarrollar una plataforma que proporcione las siguientes capacidades:

- Detectar los cambios sucedidos sobre el territorio entre dos imágenes de fechas diferentes, de modo que se puedan procesar los cambios temporales sin necesidad de revisar todos los elementos de la imagen.
- Extraer entidades con representación cartográfica de las imágenes para poder añadir las a las bases de datos existentes.
- Gestionar los cambios que se producen en el territorio y que se detectan sobre las imágenes para compararlos e integrar los con nuestras bases de datos.

Estas capacidades aumentarán enormemente la eficiencia en los procesos de actualización cartográfica mediante la detección automática de cambios para reducir los tiempos de actualización cartográfica, acortando el espacio temporal desde

que se produce un cambio hasta que tenemos capacidad para detectarlo y plasmarlo en nuestras bases de datos. De esta forma se mejorará la capacidad para detectar el mayor número posible de cambios ocurridos sobre el territorio y se dispondrá de una herramienta de detección universal que pueda ser utilizada, tanto por el personal del IGN como el de otras Administraciones públicas para la detección de entidades ajustada a sus necesidades.

Redes de Transporte de Alta Definición

La **Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT)** que produce el IGN es una red tridimensional multimodal del transporte de cobertura nacional, compuesta por cinco modos de transporte: red viaria (incluye la red urbana e interurbana), por raíl, por vías marítimas, aérea y por cable.

Este proyecto, enmarcado dentro de Sistema Cartográfico Nacional, constituye uno de los principales conjuntos de datos geoespaciales tanto para la propia Dirección General, como para grupos de interés de distintas unidades de Mitma (proyecto HERMES, D.G. de Carreteras, etc.), además de usuarios externos. Su información se publica a través de diferentes canales, bien por ser incorporada en otros productos como es la serie del MTN, bien como producto específico de referencia en materias de transporte facilitado al ciudadano tanto a través de ficheros a descarga como de servicios web conformes con la directiva INSPIRE.



Detección de elementos de delineación de las carreteras con IA sobre las marcas viales horizontales.

A pesar de contar ya con un amplio espectro de aplicaciones y usuarios, las características que definen a este producto (cobertura nacional, intermodalidad, topología de red, etc.) presentan una potencial capacidad de mejora en consonancia con los requisitos adicionales que plantean sus usuarios. En particular, su red viaria debe evolucionar atendiendo a las necesidades de la sociedad actual, que tienen un denominador común, que es el enriquecimiento del conjunto de datos, de manera que puedan ser utilizados para un mayor número de aplicaciones, entre las que se encuentra incluso, al menos en una definición preliminar, la **cartografía de alta definición que precisarán los vehículos autónomos**.

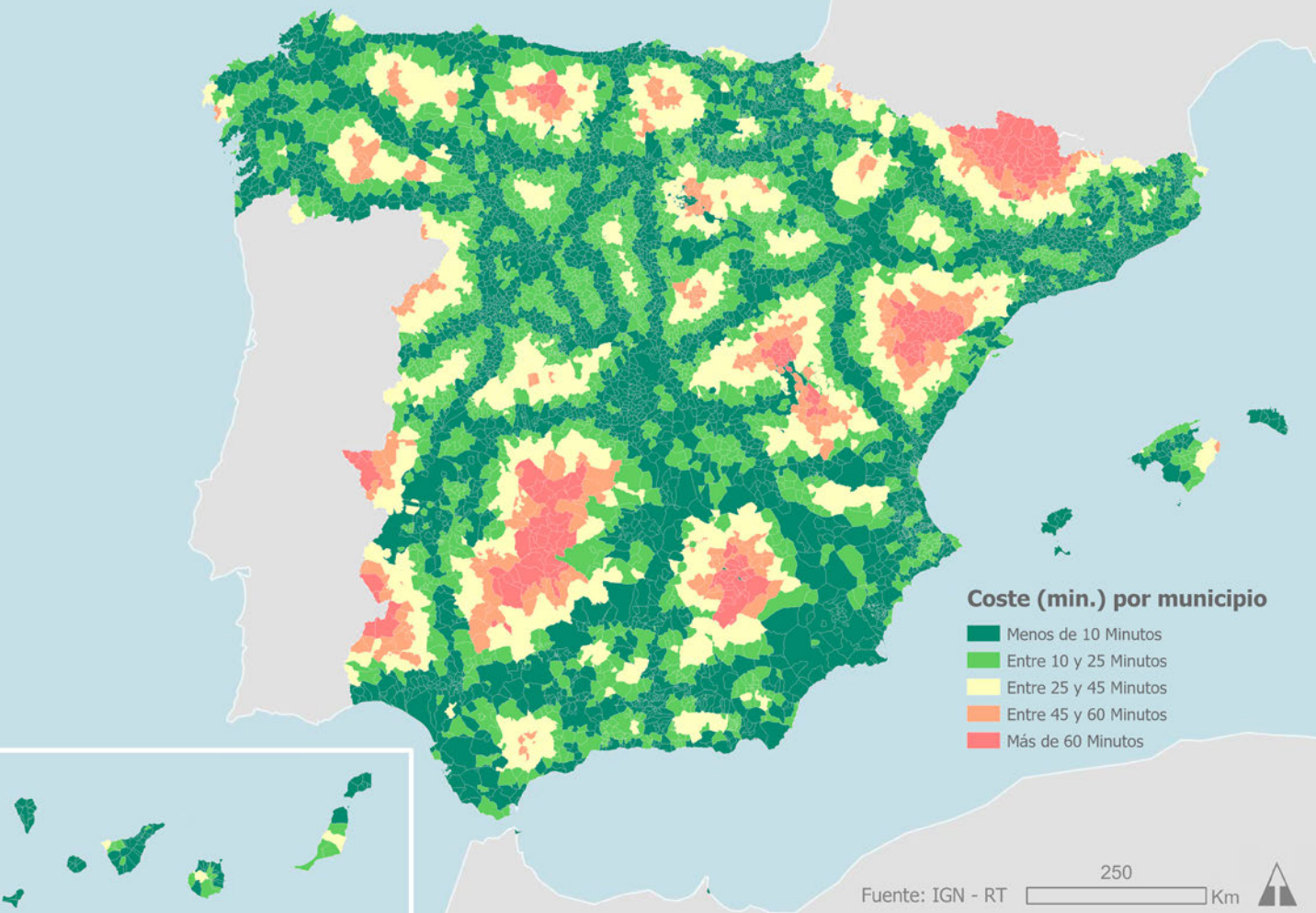
Esta evolución es lo que se denomina la **Red de Transporte de Alta Definición (RTAD)** y se establecen dos líneas fundamentales de actuación.

La primera consiste en el **incremento de los elementos de delineación** que definen la representación de las carreteras (líneas de carril, borde de calzada, etc.), la incorporación de la información procedente de la **señalización horizontal** (flechas, etc.), y la **mejora de la atribución**

(número de carriles, etc.) por inferencia de sus valores a partir de los elementos de detalle capturados. En el ámbito urbano, el alcance en una primera fase será más restringido, limitándose a la incorporación de la señalización horizontal que pudiera detectarse.

Al tratarse de un conjunto de datos muy voluminoso, la sostenibilidad del mantenimiento de esta evolución solo puede garantizarse si se plantea dentro de este marco tecnológico de transformación digital para la digitalización y automatización de las fases de producción, en particular de la captura de datos, y se basa en el empleo de fuentes de referencia sostenibles, con garantía de permanencia en el tiempo.

Así, este primer eje de trabajo se desarrollará alineadamente con el planteamiento descrito en el proyecto de aplicación de técnicas de IA para la detección de objetos, y en concreto, por aplicación de técnicas *Machine Learning* para la detección y captura de datos de la red viaria sobre las fuentes de referencia más importantes que existen en la actualidad, es decir, PNOA-MA (máxima actualización) y PNOA-LIDAR.



Mapa de Isocronas de vías de alta capacidad

La segunda línea de actuación se focaliza en la optimización de la caracterización de los componentes de la red vigente (por ejemplo, nodos de red, calibración de la red, geometría multiescala, etc.), con el objeto de facilitar la explotación de los datos y satisfacer la resolución de consultas cada vez más frecuentes, como la segmentación dinámica o de consultas complejas basadas en análisis de enrutamiento y cálculo de isócronas, que requieren incluso la adaptación del modelo de datos vigente.

Esta segunda línea se plantea desde la premisa de que cualquier desarrollo evolutivo del proyecto debe sustentarse sobre la base sólida del grafo primario existente (modelo de datos vigente de la IGR-RT) construida durante años y en la que ya está garantizada tanto la integración de datos de los múltiples titulares (incluida información no detectable por sensores: denominación, titularidad, etc.) como la estructuración de los datos con topología de red, ambos requisitos también indispensables en la

versión evolucionada de alta definición, pues son los que permiten la posterior consulta por métodos analíticos y espaciales.

Tanto la información nueva que se genere en respuesta a la alta definición de las carreteras como el conjunto de datos que resulte de la optimización del modelo vigente deben estar perfectamente vinculados, de forma que el resultado final integre la aportación de ambas partes. Por último, señalar que los trabajos de estos ejes principales se están coordinando con otra línea de trabajo financiada igualmente por fondos MRR en el marco de la Modernización de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), que tiene aplicación directa sobre los datos de la IGR-RT. En este caso, el objetivo es optimizar la respuesta de las funcionalidades de enrutamiento que inserta la API-CNIG a partir de la asignación de los sentidos de circulación procedentes de la cartografía colaborativa *Open Street Map* (OSM) a las geometrías de IGR-RT. ★