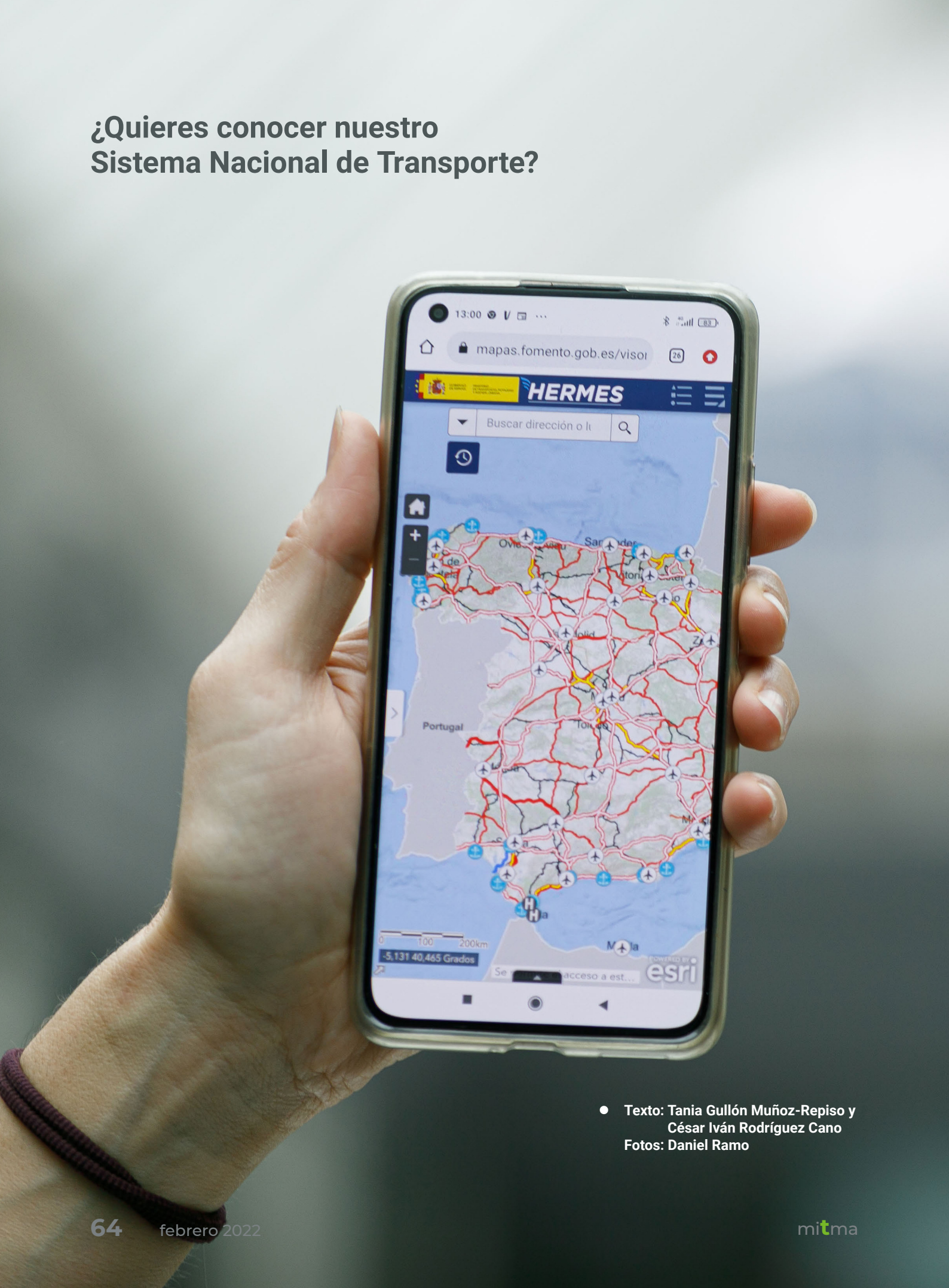
¿Quieres conocer nuestro Sistema Nacional de Transporte?



- Texto: Tania Gullón Muñoz-Repiso y César Iván Rodríguez Cano
  Fotos: Daniel Ramo

HERMES

Nodo de acceso al Sistema Nacional de Transporte

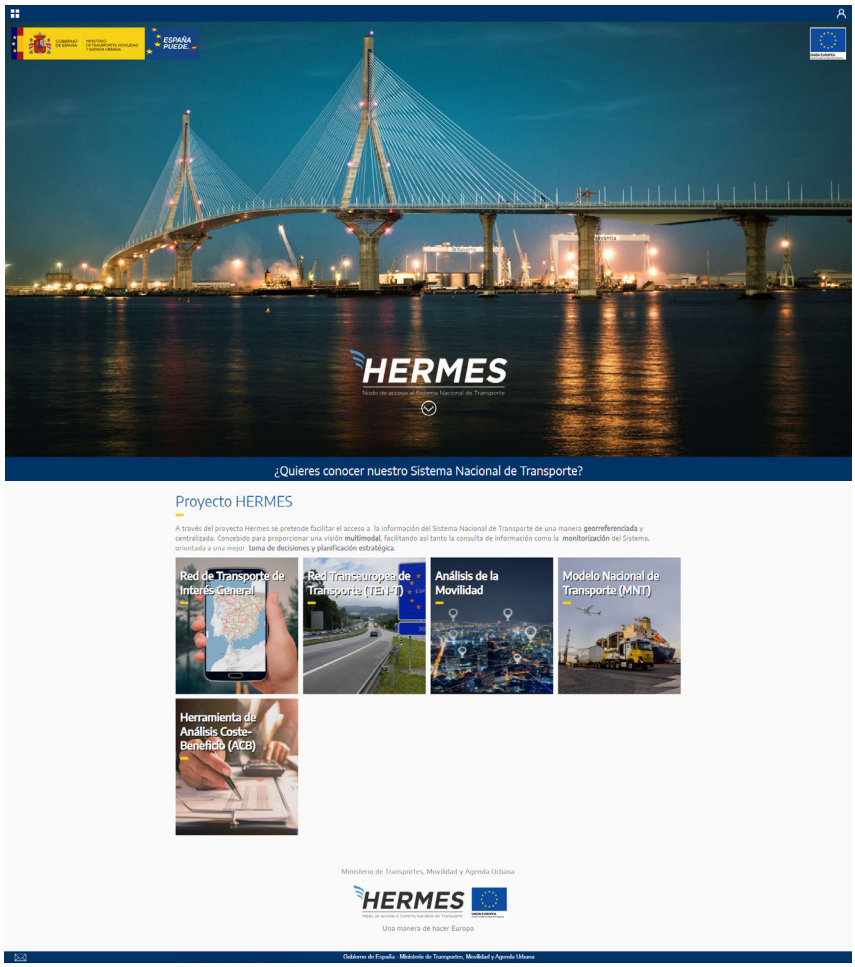
El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) publica por primera vez una plataforma web que integra un visualizador geográfico con información de todas nuestras infraestructuras que permite tener una visión estratégica y multimodal de la Red de Transporte de Interés General: de la red de carreteras, de los aeropuertos, puertos y ferrocarriles, así como de las terminales intermodales y vías navegables interiores.

HERMES también incluye información de la demanda de movilidad procedente de estudios hechos con tecnología *big data*, así como herramientas de ayuda a la planificación estratégica del Ministerio.

¿Qué es HERMES?

HERMES es un ambicioso proyecto cuya intención es cubrir algunas necesidades transversales a todo el Mitma. Nace con vocación de permitir el acceso a información relevante del Sistema Nacional de Transporte, ofreciendo un GIS o Sistema de Información Geográfica multimodal, tanto a las unidades internas del Ministerio como a los ciudadanos. También encontramos dentro de este proyecto herramientas orientadas al análisis de la movilidad y a la planificación, como son el análisis de la movilidad con tecnología *big data*, el Modelo Nacional de Transporte (MNT) y la herramienta de Análisis Coste Beneficio (ACB), así como un visualizador específico de la Red Transeuropea de Transporte (Red TEN-T).

¿No existía ya un sistema así en el Ministerio? os preguntaréis muchos. Y la respuesta es que no, Mitma, hasta hoy, no disponía de un sistema de información integral de infraestructuras, georreferenciado, centralizado y multimodal. Si bien es cierto que en el Ministerio hay mucha información de nuestras infraestructuras, ya que una de sus funciones es mantener y mejorar el Sistema Nacional de Transporte, pero dicha información, hasta ahora, se encontraba almacenada de forma distribuida en los diferentes sistemas de gestión especializados que disponen las unidades y centros adscritos al Ministerio como ADIF, Puertos del Estado, AENA, o ENAIRE. Para hacerse una idea, solo para la conservación de las carreteras, el Ministerio dispone de más de siete sistemas de gestión especializados y no interconectados entre sí; por ejemplo, el de gestión de firmes, el de señalización vertical o el de conservación (TEREX GSM),



Espacio de usuario de HERMES.

HERMES integra un visualizador geográfico multimodal con información de todas nuestras infraestructuras (datos técnicos, instalaciones y servicios, tráficos, combustibles alternativos, etc.).

La información del visualizador de HERMES se encuentra distribuida en 8 grupos temáticos:

1. Infraestructura básica
2. Instalaciones y servicios
3. Uso de la red
4. Restricciones de uso
5. Seguridad
6. Inversiones
7. Combustibles alternativos
8. Actuaciones planificadas

por citar algunos de ellos. Además, la compleja información que maneja el Mitma se almacena, no sólo en diferentes sistemas con diferentes formatos, sino que, en el caso de estar georreferenciada, utiliza bases cartográficas diferentes. Esto no significa que estos sistemas no sean de gran utilidad e incluso imprescindibles para la gestión, sin embargo, hacen sumamente complicada la satisfacción del objetivo de tener una visión estratégica del sistema en su conjunto, así como el poder responder a las incesantes demandas de datos técnicos de las infraestructuras, por parte de la Comisión Europea. El Ministerio es, sin duda, y tiene que ser, un agente de cambio en el campo de la movilidad. Un ministerio que no solo mantenga sus infraestructuras y las tenga monitorizadas en todo momento, sino que disponga de herramientas potentes y modernas para planificar mejoras sobre el sistema de transporte con el fin de conseguir una movilidad segura, sostenible y conectada, como proclama la que será nuestra hoja de ruta en los próximos años: la recientemente aprobada Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. Y es que, para mejorar la red de infraestructuras y sus servicios, hace falta conocer su estado actual y se hace preciso disponer de información georreferenciada, actualizada y centralizada para poder acceder a ella de una manera ágil y, que ésta sirva de soporte a la toma de decisiones.

Desde el punto de vista de los ciudadanos, vivimos en un tiempo en el que la transparencia de las instituciones es considerada por la sociedad como un valor fundamental e indispensable para cualquier organización. Necesitamos que cualquier ciudadano, empresa, universidad o administración pública, desde su ordenador o dispositivo móvil, pueda consultar y descargar la información básica de nuestras infraestructuras, por no mencionar la normativa nacional que traspone las Directivas Europeas acerca de reutilización de la información del sector público (Ley 37/2007) y sobre el establecimiento de una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (LISIGE que traspone INSPIRE) que ya nos obligaba a dar datos geoespaciales abiertos e interoperables de una u

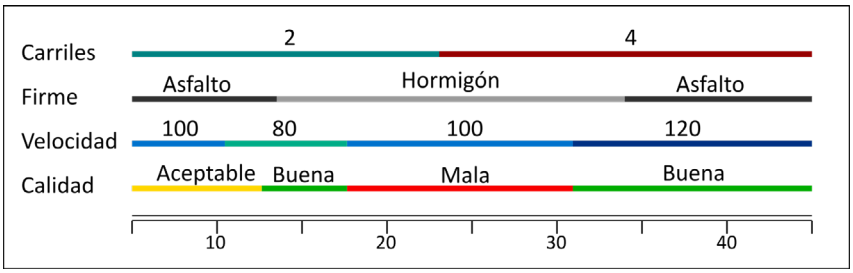
otra forma y que HERMES pone en disposición de poder cumplir.

Por otro lado, **en lo que respecta a la Red Transeuropea de Transporte** (Red TEN-T), el Ministerio trabaja con la Dirección General de Movilidad y Transporte (DGMove) de la Comisión Europea y con el resto de los Estados miembros para mejorar la movilidad de mercancías y viajeros a través del territorio de la Unión Europea. La decisión de adoptar una Red TEN-T fue tomada por el Parlamento Europeo en julio de 1996 y su objetivo principal es el tráfico rápido internacional de larga distancia. Para ello se definió una red global multimodal que recoge todas las infraestructuras, existentes o planificadas, que cumplen con los requerimientos de participar en el transporte transeuropeo y que deberá completarse en 2050. Sobre ella, se definió una red considerada como básica, el esqueleto de la red, que deberá estar finalizada para 2030. Nos podemos preguntar qué tiene esto que ver con HERMES. Pues, para poder realizar el seguimiento del avance de la red y verificar que se van cumpliendo los objetivos perseguidos, se establecieron unos indicadores de cumplimiento (KPIS) para cada sección de la red de carreteras, ferrocarriles y vías navegables interiores, así como para las infraestructuras portuarias, aeroportuarias y terminales intermodales. Estos indicadores están calculados en base a cientos de parámetros técnicos de las infraestructuras, tales como la electrificación de la red ferroviaria, el ancho de vía o el tipo de carretera (si es de alta capacidad o no). España debe reportar regularmente los valores de dichos parámetros y para el Ministerio, recopilar esta información era altamente costoso al no disponer de un repositorio centralizado; además, debe facilitar la información a las secciones establecidas en el Sistema de Información de la Comisión y esto, era sencillamente imposible, no solo porque nuestros tramos no coincidan con los suyos, sino por la propia naturaleza de los datos solicitados, ya que cada parámetro necesita su propia tramificación. Por ejemplo, si una sección definida por la Comisión está compuesta por un tramo de autopista y otro de carretera convencional, ¿qué valor podríamos dar como "tipo de carretera" para esa sección?, ¿no deberían ser dos secciones diferentes?. Es decir, la tramificación tendría que ser impuesta por la propia naturaleza del dato y no al revés. Por no mencionar el hecho, no menos relevante, de disponer de bases cartográficas diferentes que, en algunos casos, dan lugar a confusión en la identificación de cada sección definida.

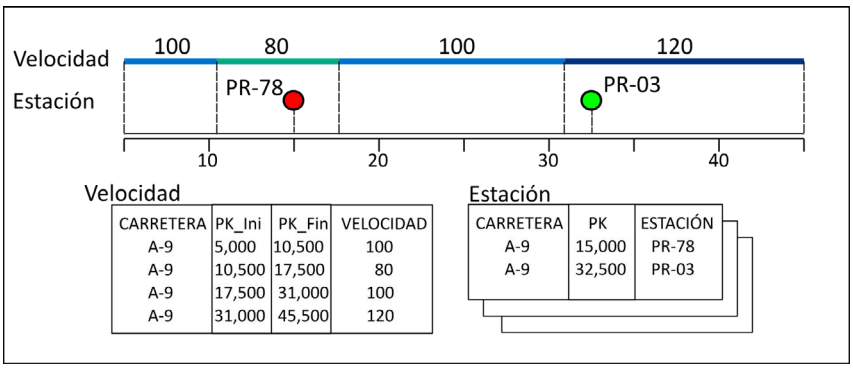
Estas tres cuestiones estuvieron en el tintero durante varios años e hicieron, en 2016, comenzar a buscar una solución. Necesitábamos un sistema que centralizase toda la información de infraestructuras, que pudiera almacenar tramificaciones variables en función de cada parámetro y, todo ello, sobre una única base cartográfica.

En busca de la solución

Comenzamos los trabajos en 2017 haciendo un estudio preliminar de la situación que nos permitiera planificar el desarrollo del Sistema de Información. Se visitaron las diferentes unidades y centros adscritos al Ministerio, así como la sede de DGMove de la Comisión Europea en Bruselas para conocer qué datos tenían, en qué sistemas y formatos, así como definir cuáles serían sus necesidades de informa-

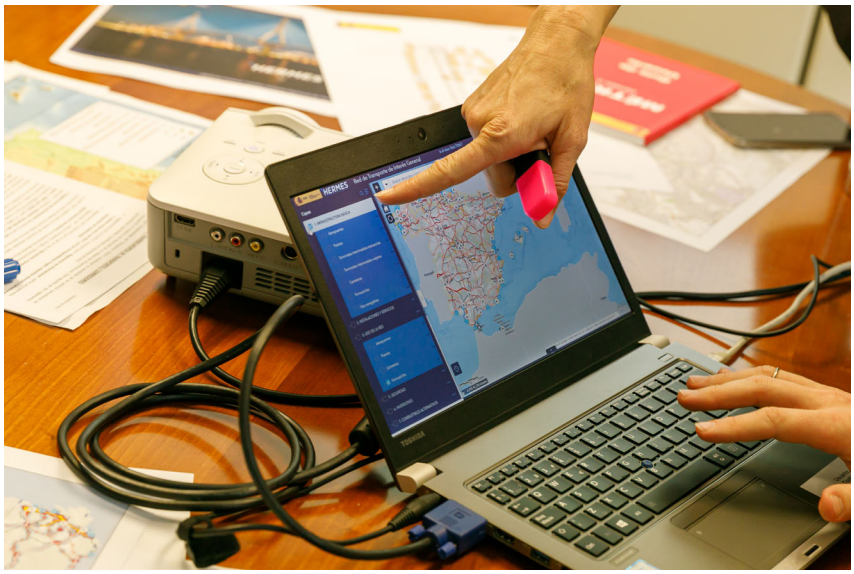


Ejemplo de referenciación lineal, cuatro atributos sobre una misma geometría.



Ejemplo de referenciación lineal, tablas de atributos y su representación.

España es el primer país de la Unión Europea en implementar un GIS multimodal de infraestructuras de transporte basado en técnicas de referenciación lineal.



ción y funcionalidades respecto al futuro sistema HERMES. Esta fase duró unos ocho meses.

Un proyecto piloto

Posteriormente en 2018 se lanzó un proyecto piloto, que duró algo más de un año, para estudiar la mejor forma de georreferenciar toda la información sobre una única base cartográfica y, sobre todo, para elegir y probar un modelo de GIS que solucionara los problemas de tramificación. La decisión final fue la utilización de un modelo de GIS novedoso basado en un Sistema de Referenciación Lineal (LRS). Dicho sistema de georreferenciación consiste en añadir a las geometrías lineales de la red de carreteras y ferrocarriles, que están definidas en el espacio por las tres coordenadas X, Y, Z, una cuarta coordenada o dimensión, quedando definidas por X,Y,Z,M. La nueva coordenada M es la medida en km a lo largo de la geometría, para lo cual, las rutas deben ser calibradas con puntos kilométricos (p.k.) reales para que se ajusten a la realidad del terreno. El problema está en que, una vez calibradas las rutas, hay que crear una tramificación o segmentación dinámica y diferente para cada parámetro, ya que los datos no están directamente asociados al tramo, sino que se referencian dinámicamente mediante su p.k. de origen y p.k final.

Beneficios de un sistema LRS

Utilizar un sistema basado en LRS permite, no solo poder dar respuesta a todos los requerimientos de información de DGMove referentes a la Red TEN-T sino, sobre todo, poder aglutinar en un mismo sistema, sobre una única base cartográfica, todos los tipos de información que se quiera, desde inversiones, hasta datos de accidentalidad, tráficos o características técnicas de las carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, terminales o vías navegables. Además, en este modelo se independiza la geometría de los atributos de esta. La potencialidad que esto supone es que, no solo se puede disponer de infinitos atributos diferentes sin necesidad de modificar la geometría, sino que se puede disponer de diferentes escalas cartográficas más detalladas o más generalizadas, sin que ello supusiera duplicar ningún dato. Esto supone que, si en el futuro se van disponiendo de mejores y más detalladas geometrías, necesarias para algunos objetivos, se puedan incorporar al sistema sin necesidad de crear un sistema nuevo. O, a medida que se vaya incorporando información de diferentes temáticas, esto se pueda realizar sin que suponga ningún cambio en el sistema. Muchos sistemas parecidos han fracasado por su rigidez en el modelo de GIS tradicional y por su escasa capacidad de adaptación a nuevos contenidos o a la actualización de geometrías. Si los datos van intrínsecamente unidos a la geometría el proceso de actualización del GIS se hace tedioso, poco eficiente y, dependiendo de la can-

Georreferenciar la información hace que gane valor, pero también hace que los datos aumenten su visibilidad y legibilidad llegando a más público que antes.

tidad de parámetros, técnicamente inviable. Esta versatilidad hace que el modelo elegido para HERMES tenga capacidad de éxito con vistas al futuro.

La base cartográfica

Un proyecto pionero

España es el primer país de la Unión Europea en implementar un GIS multimodal de infraestructuras de transporte basado en un sistema de referenciación lineal (LRS). Por ello, ha sido escogida para ayudar a la Dirección General de Movilidad y Transporte (DGMove) de la Comisión Europea en la transformación de su propio GIS a uno basado en LRS y en la automatización del intercambio de datos entre los Estados miembros y la Comisión.

Para las redes lineales, en esta primera versión, se decidió modelizar la realidad representando un único eje por carretera, línea de ferrocarril o vía navegable. Para las carreteras se ha utilizado el producto llamado IGR-RT light (Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte IGR-RT aligerada) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este producto es una generalización de la red de carreteras de la que dispone el IGN. La generalización era necesaria ya que IGR-RT disponía de un eje por cada sentido de circulación, por lo que se optó por utilizar el eje ascendente para cada carretera y simplificar los enlaces de carreteras reduciéndolas a un único punto de intersección. Como parte del proyecto piloto, para poder utilizar los p.k. para calibrar la red, se automatizó un proceso específico capaz de clasificar los p.k. por su bondad en diferentes tipos antes de someterlos al proceso de calibración. Tras meses de trabajo, incertidumbres, ensayos, errores y aciertos, el resultado fue un éxito y esta es la base geoespacial que se utiliza actualmente en el Sistema HERMES.

Alimentar el sistema

A la vez que se iba avanzando en el modelo GIS de HERMES, siguiendo la Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Información (MÉTRICA versión 3) se fue trabajando en el análisis, diseño y construcción del sistema de información HERMES S.I. Se trabajó en el modelo de datos y el *middleware*, o subsistema para la carga de datos, tarea que conlleva la comunicación con los productores de los datos para ir diseñando los procesos para su integración en el sistema. Aunque la idea inicial es que el *middleware* conecte directamente con los sistemas fuente, la realidad es que todavía esto no es posible en la mayoría de los casos. Para ello se diseñaron e implementaron procesos de carga que no solo extraen, transforman y cargan en la base de datos la información, sino que, en procesos intermedios, también verifican la consistencia y el formato de los datos entrantes y lanzan mensajes de error para evitar que se introduzcan datos que no cumplan los parámetros establecidos. Eso no quita que, posteriormente, una vez cargados y representados geoespacialmente, sea necesario hacer una revisión para corregir los posibles errores que en un documento alfanumérico sería muy difícil detectar, pero que al simbolizarlos sobre un mapa saltan a la vista. Georreferenciar la información hace que gane valor, pero también hace que los datos aumenten su visibilidad y legibilidad llegando a más público

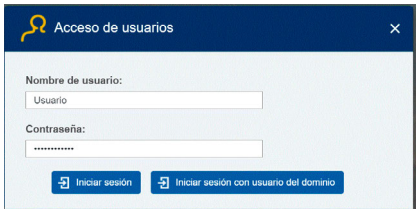
que antes y, consecuentemente, permiten la detección de más errores o erratas, lo que repercute en la mejora de la calidad del dato.

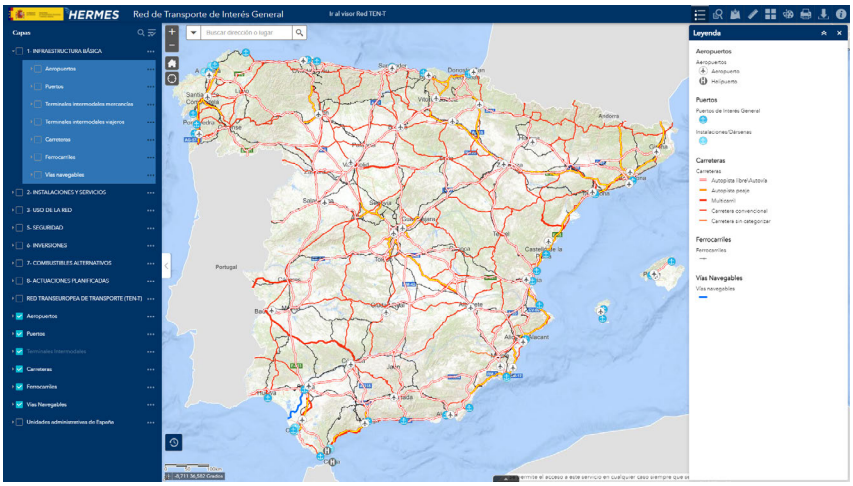
Finalmente, en 2020, mientras que se iba cerrando una primera versión del modelo de datos y del *middleware*, se diseñó el Espacio de Usuario y se desarrollaron los dos visualizadores geográficos principales del sistema: el de la Red de Transporte de Interés general (RTIG) y el de la Red TEN-T, a la vez que se empezaban a desarrollar los módulos independientes de ayuda a la planificación (el MNT y la herramienta ACB) que también se integrarían en HERMES.

Una visión estratégica del sistema de transporte

Con la pregunta ¿Quieres conocer nuestro Sistema Nacional de Transporte? y la imagen del Puente de la Constitución se presenta el espacio de usuario de HERMES. Queríamos que fuera tan sugerente como una pregunta y tan del Mitma como este emblemático puente en tierras gaditanas.

En este espacio, disponible en cualquier ordenador o dispositivo móvil con conexión a Internet, los usuarios tienen acceso a una gran cantidad de información pública. Los usuarios registrados pueden autenticarse con su contraseña para acceder a contenidos personalizados e información restringida, ya que el sistema está diseñado para proporcionar diferentes tipos de privacidad filtrando el contenido según el usuario que acceda.





Visualizador HERMES de la Red de Transporte de Interés General.

Visualizador HERMES de la Red TEN-T.

La Red de Transporte de Interés General

HERMES es el nodo de acceso al Sistema Nacional de Transporte y, como tal, sus módulos pretenden dar una visión global del sistema. Nuestro Sistema de Transporte tiene dos componentes principales, la oferta y la demanda. La oferta la constituyen las infraestructuras y servicios disponibles para la movilidad de viajeros y mercancías. Para acceder a la información sobre la oferta de infraestructuras HERMES dispone de un visualizador de la Red de Transporte de Interés General (RTIG), en el que se pueden consultar mapas o tablas y descargar toda la información de carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, terminales intermodales y vías navegables interiores.

La Red Transeuropea de Transporte

Como parte de la RTIG está la Red TEN-T, de la que ya se ha habado antes. Esta red supone un subconjunto de la RTIG y, por su especial importancia e interés, se ha desarrollado un visualizador adicional específico para la misma. En este visualizador se pueden consultar tramos e infraestructuras que se

consideran red básica o red global y por dónde discurren los Corredores de la Red Básica en España (Corredor Atlántico y el Corredor Mediterráneo). También se pueden localizar las actuaciones que se están llevando a cabo de proyectos cofinanciados con fondos del Mecanismo Conectar Europa (CEF) y consultar la ficha con información de cada proyecto y su mapa de detalle. Este fue el primer módulo de HERMES que se ha hecho público en octubre de 2021.

Con estos dos visualizadores se cubre la parte de la oferta de infraestructuras del SNT, ya que la oferta de servicios actualmente se recoge de forma centralizada en el Punto de Acceso Nacional de Transporte Multimodal (https://nap.mitma.es/)

Análisis de la movilidad en HERMES.

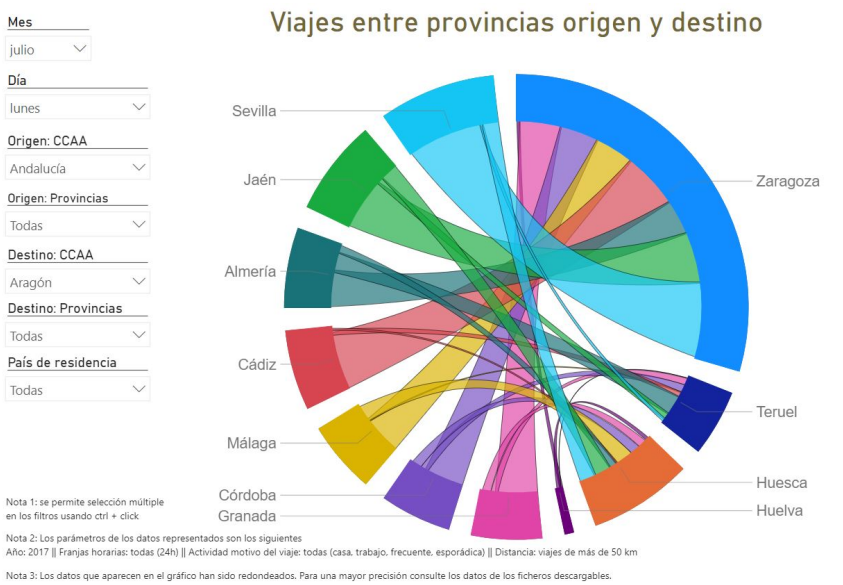
Análisis de movilidad con tecnología *big data* y MNT

Respecto a la demanda, HERMES dispone de los resultados de los diferentes análisis de movilidad que se han efectuado desde el Mitma. Por un lado, se encuentran las matrices tendenciales origen-destino (O/D) con la movilidad prevista de viajeros y mercancías, resultado de aplicar el MNT para los años horizonte 2030 y 2050 (esto se hace considerando la variación en el tiempo de las variables socioeconómicas explicativas del Modelo, es decir, estimando que no se ha realizado ninguna actuación desde el año base del MNT, 2017).

Por otro lado, se encuentran los diferentes análisis de la movilidad aplicando tecnologías *big data* a los datos de telefonía móvil. Se dispone aquí de dos conjuntos de datos, el primero de ellos es el "Estudio piloto de movilidad interprovincial con tecnología BigData" que se hizo en 2018 y con el que se obtuvieron las matrices origen/destino (O/D) entre todas las provincias españolas y el extranjero diferenciadas por modos de transporte. El segundo conjunto de datos es el resultado

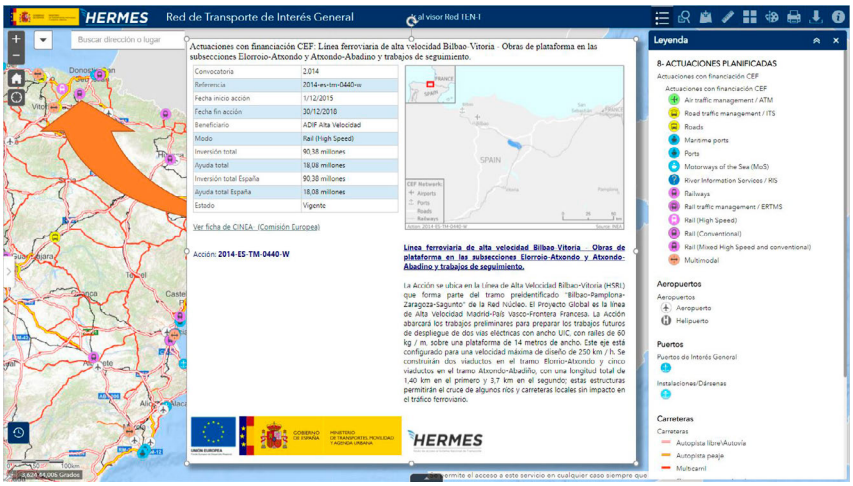
El corazón de HERMES sois vosotros, los que vais a utilizar esta herramienta y, sobre todo, los que proporcionáis la información que la alimenta.

Análisis de movilidad con tecnología *big data*.



del estudio denominado “Análisis de la movilidad en España con tecnología BigData, tras la aplicación del Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el Estado de Alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el covid-19”, que permitió disponer de datos diarios sobre la movilidad del país a nivel de distritos, de una manera ágil y en el mínimo de tiempo para la obtención de los datos. Esta información se encuentra disponible para descarga en formato abierto y visualizable en gráficos interactivos.

En este mismo apartado se irán almacenando los diferentes análisis de movilidad que vaya haciendo el Mitma, por ejemplo, el estudio de movilidad del que tiene previsto obtener resultados a partir de 2022, que incluirá tanto la movilidad diaria por distritos con distinción por horas, distancias, motivo del viaje y residencia (siempre asegurando la protección de los datos personales). También, un estudio de movilidad más completo que incluirá distinción de modos de transporte y asignación de viajeros a las rutas de carretera, o bien, un estudio detallado de movilidad de las principales terminales de transporte público y otro de las zonas transfronterizas.



Visualización de actuaciones financiadas con el Mecanismo Conectar Europa (CEF).

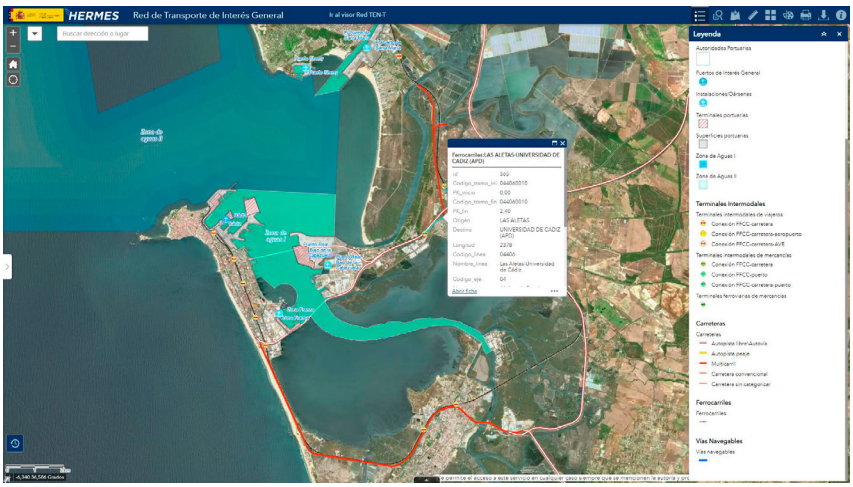
Herramientas de planificación

Una vez caracterizado el Sistema de Transporte con su oferta y su demanda, se dispone así de una foto fija con la que el propio Ministerio, como administrador de infraestructuras, puede monitorizar su sistema y tomar decisiones para la mejora de este. Por otra parte, para la planificación de actuaciones futuras que ayuden a la mejora de la red de infraestructuras que redunde en una movilidad más segura, más sostenible y conectada, el Ministerio necesitaba disponer de herramientas de apoyo. En este sentido, HERMES cuenta con un módulo de Análisis Coste Beneficio (ACB), es una herramienta para analizar la viabilidad financiera y socioeconómica de los proyectos de inversión y, de un módulo dedicado al Modelo Nacional de Transporte (MNT), que permite simular escenarios futuros y predecir la demanda y el impacto que tienen sobre la red las diferentes alternativas en un contexto multimodal; por ejemplo, la construcción de una nueva infraestructura viaria, ferroviaria, portuaria, aeroportuaria u otra plataforma para el transbordo modal, así como la modificación o cierre de las existentes. Por su especial interés y su independencia del resto del sistema, ambas herramientas se describirán próximamente en otro artículo especializado.

El corazón de HERMES

El corazón de esta plataforma tecnológica es, sin duda, el propio Sistema de Información Georreferenciado HERMES S.I. El principal acceso a la información del sistema se hace a través del visualizador geográfico de HERMES. Este visualizador se ha diseñado para ser fácil

Visualización de Entorno de Cádiz.



Cuanta más información haya en el sistema, más potente y útil será para todos.

de utilizar por cualquier persona sin necesidad de conocimientos informáticos o geomáticos específicos.

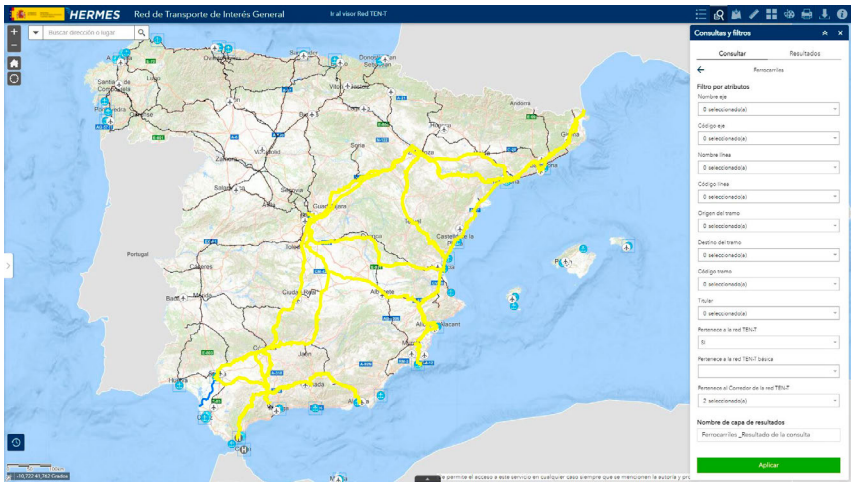
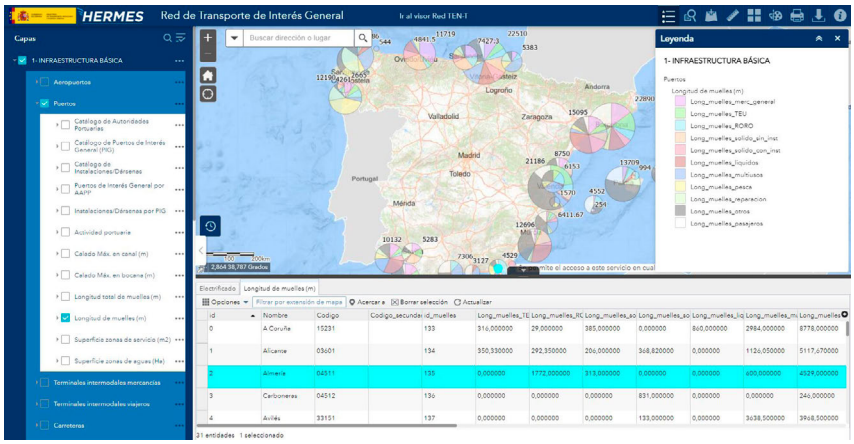
El mapa base muestra las capas principales de carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, terminales intermodales y vías navegables interiores.

Esta primera versión del visualizador es un GIS que contiene, de momento, más de 300 capas de información acerca de las infraestructuras de interés general, visibles en formato mapa y en formato tabular, ambos sincronizados y, múltiples funcionalidades, como la de realizar consultas parametrizables y filtrar la información visible, crear tu propio mapa dibujando o superponiendo tus propios datos o la de descargar los datos en formato abierto XML y CSV o en formato Shapefile para su reutilización. Otro aspecto que remarcar es la protección de los datos confidenciales, ya que el visualizador dispone de un control de acceso que permite restringir la visualización de determinados contenidos ya sea por confidencialidad, o simplemente por tratarse de capas de trabajo sin interés para el resto de los usuarios.

Todo esto hace del visualizador de HERMES una herramienta con un gran potencial que irá creciendo en funcionalidad y en contenido en los próximos años.

Pero, realmente, el corazón de HERMES sois vosotros, los que vais a utilizar esta herramienta y, sobre todo, los que proporcionáis la información que la alimenta. Ya que, sin un contenido de calidad y actualizado, HERMES no tendría sentido. Por eso, en HERMES consideramos de vital importancia disponer, junto con cada dato, de su fecha y de la fuente de la que proviene. Esta primera versión de HERMES es solo la semilla de lo que llegará a ser, un sistema que irá creciendo a medida que se vaya añadiendo más contenido, incorporando nuevas funcionalidades o se disponga de geometrías más detalladas pudiendo contemplar la opción de un sistema multiescalar que satisfaga los requerimientos técnicos de aquella información que necesite una mayor precisión en su geolocalización. Está claro que cuanta más información haya en el sistema, más potente y útil será para todos. Así que, no queremos finalizar este artículo sin expresar nuestro agradecimiento a todas las unidades y centros adscritos al Ministerio que proporcionan datos y sin los cuales este proyecto tan ambicioso no habría sido posible y a vosotros, lectores y potenciales usuarios del sistema. ¡Seguimos trabajando juntos!

Consulta de los ferrocarriles que pertenecen al Corredor Mediterráneo.



Visualización de la longitud de los muelles en los puertos de la RTIG.