

# Nuevas herramientas para el apoyo al proceso de planificación estratégica de infraestructuras y movilidad: Modelo Nacional de Transportes



## Primer modelo nacional de demanda

● Texto: Ignacio Fernández García

**El Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, en el marco de la Estrategia de Movilidad Sostenible, Segura y Conectada 2030, está desarrollando una serie de herramientas de planificación para el apoyo al proceso de planificación estratégica y toma de decisiones vinculadas al transporte y a la movilidad de largo recorrido.**

**Una de estas herramientas es el Modelo Nacional de Transporte (MNT), el cual constituye el primer modelo de demanda a nivel nacional desarrollado en España con el objetivo de evaluar el impacto de actuaciones estratégicas de planificación en la movilidad interprovincial de viajeros y de mercancías de largo recorrido.**

**Esta herramienta se integra dentro del sistema de información global HERMES, que también incorpora un sistema de información geoespacial de las infraestructuras de interés general y de sus servicios, diseñado por el MITMA.**



## **Modelo Nacional de Transporte**

El MNT se enmarca en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada dentro del **Eje 5 de Movilidad Inteligente**, en el que, en su línea de actuación: "Facilitación de la movilidad como Servicio, Datos Abiertos y Nuevas Tecnologías para el análisis y optimización de la movilidad", incluye como medida la creación de un Modelo Nacional de Transporte.

Su realización, bajo la dirección del MITMA, ha sido realizado por la consultora Ineco, con el apoyo de la empresa PTV Group para la modelización de demanda de viajeros y como proveedor de la **plataforma de modelización PTV Visum**, elegida para su desarrollo.

## **Las características básicas del modelo**

El MNT se concibe como un modelo clásico de 4 etapas centrado en la movilidad interprovincial tanto de viajeros, como de mercancías y toma como año base el año

2017. Para el caso del modelo de viajeros, los modos de transporte modelizados son: vehículo privado, ferrocarril, autobús, marítimo y aéreo. Por su parte, los modos de transporte modelizados para el modelo de mercancías son: carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo.

Las áreas en las que se divide el ámbito de estudio y su entorno, conocida como la zonificación del modelo, la componen un total de 86 zonas de transporte generales comunes a ambos modelos (viajeros y mercancías), comprendiendo 59 zonas internas (nacionales) y 27



Zonificación general del MNT.





Red de Transporte.

zonas externas (extranjero). Estas últimas zonas se han representado con un mayor nivel de detalle en los países colindantes (Francia y Portugal), disminuyendo el nivel de detalle a medida que las zonas externas se van alejando del área de estudio.

La **red de transporte** incorporada en el MNT representa la red de

carreteras, la red ferroviaria, la red portuaria y la red aeroportuaria.

La red de carreteras incorpora las autopistas, autovías y carreteras nacionales, y otras vías de menor orden para asegurar la conectividad de la red, sumando un total de 47 000 km representados.

La red ferroviaria incorpora la red de alta velocidad y la red

convencional, con unos 15 300 km representados.

En el caso de los aeropuertos y puertos, se han incluido a nivel nacional los 48 aeropuertos y helipuertos gestionados por Aena y los 46 puertos de interés general gestionados por Puertos del Estado, más el puerto de Denia, gestionado por la Generalitat Valenciana.

El nivel de detalle de la red de transporte fuera de España es menor que el de la red nacional para todos los modos.

## Diseño del modelo de viajeros

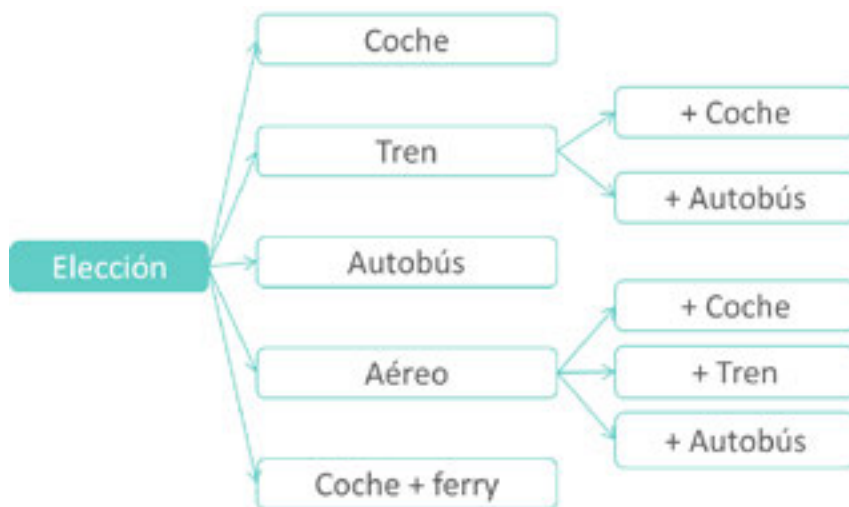
Cabe destacar que el punto de partida para la obtención de las matrices de viajeros son las **matrices de movilidad interprovincial** desarrolladas como parte del “Estudio de movilidad interprovincial de viajeros aplicando la tecnología Big Data”, elaborado por Mitma en el año 2018 (<https://observatoriotransporte.mitma.gob.es/estudio-experimental>). Estas matrices fueron estimadas a partir de registros de telefonía móvil anonimizados, recopilados durante los meses de julio, agosto y octubre de 2017, lo que establece el año base del modelo.

Partiendo de estas matrices, el modelo de viajeros representa la movilidad diaria, para seis días tipo: día laborable tipo (excepto viernes) en época no estival, viernes tipo en época no estival, domingo tipo en época no estival, día laborable tipo (excepto viernes) en época estival, viernes tipo en época estival y domingo tipo en época estival.

Las matrices de viajeros de movilidad interprovincial han sido tratadas, entre otras cuestiones, para segmentar la demanda entre desplazamientos internos realizados por residentes y no residentes, así



Zonificación instrumental para viajeros.



Clasificación de modos de transporte considerados y estructura de elección de tipo Logit anidado.

como viajes internacionales y de tránsito. Para los viajes internos de residentes se han segmentado las matrices de acuerdo con grupos de población (ocupados, estudiantes, jubilados y otros) y motivos de viaje (trabajo, profesional, educación, segunda residencia, vacaciones y otros), obteniendo así el grado de detalle necesario para el desarrollo del modelo. Esta segmentación se ha realizado mediante el uso de datos de diversa procedencia.

En el caso del modelo de viajeros, se ha partido también de la zonificación general establecida para el MNT, condicionada por la información de demanda de movilidad interprovincial disponible, pero incorporando el uso de una zonificación instrumental más desagregada que dispone de 279 zonas, manteniendo, en cualquier caso, la búsqueda de representatividad de los resultados a nivel interprovincial y de largo recorrido. Dicha zonificación instrumental se ha desarrollado a partir de la zonificación utilizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su estudio de movilidad de 2019 ([https://www.ine.es/experimental/movilidad/experimental\\_em1.htm](https://www.ine.es/experimental/movilidad/experimental_em1.htm)).

La implementación de una zonificación más desagregada ha supuesto poder representar de forma más detallada las diferentes

características de los asentamientos en cada zona de transporte, tomar en consideración variaciones en accesibilidad dentro de cada zona de transporte, simplificar la definición de conectores para el reparto de demanda y facilitar la calibración del modelo.

Dentro del procedimiento de modelización se incluye la representación de los servicios de transporte público en todos los modos relevantes para la movilidad interprovincial. La recolección de esta información se ha desarrollado empleando, por una parte, datos procedentes de los operadores y los organismos reguladores y por otra, datos recolectados a través de metabuscadores y planificadores de viaje que integran información publicada por los operadores a través de sus canales de venta. Posteriormente dicha información se ha digitalizado y estandarizado.

El MNT se desarrolla siguiendo el paradigma de las cuatro etapas. Esta metodología se considera la más adecuada para la modelización de la movilidad de larga distancia frente a otras preferidas para el ámbito urbano, como la modelización basada en actividad.

La primera etapa corresponde al **modelo de generación**, el cual permite cuantificar el número de

viajes futuros de una determinada zona mediante los vectores de producción y atracción de viajes a partir de la proyección de variables socioeconómicas y usos del suelo.

En la segunda etapa, con el **modelo de distribución** se establecen los mecanismos que definen la magnitud de los viajes entre los diferentes orígenes y destinos por medio de una matriz.

Con el objetivo de evaluar los mecanismos que pueden modificar el reparto modal a futuro se construye el **modelo de reparto modal**. Estos modelos toman como base las diferentes variables que intervienen en la elección del modo y que se ven alteradas por la variación en las políticas de transporte. A partir de estas variables se construyen las diferentes funciones de utilidad que posteriormente son empleadas para la elección de modo.

En esta etapa se incluye la estimación de la **demanda inducida** que hace referencia a la aparición de nuevos viajes por cambios en el sistema de transporte o en el contexto socioeconómico, que antes no se realizaban en ningún modo.

Finalmente, en la cuarta etapa, el **modelo de asignación** representa los procesos de elección de ruta y en él interaccionan íntimamente la demanda de transporte, las infraestructuras y los servicios. El proceso de asignación comprende la búsqueda de caminos, en el caso del vehículo privado y de conexiones de transporte público y el reparto de volúmenes contenidos en la matrices origen-destino por modo.

El modelo de demanda descrito se beneficia de su formulación íntegra dentro de la misma plataforma PTV Visum, lo que permite mantener la consistencia de todas sus componentes en todo momento.



## Diseño del modelo de mercancías

El modelo de mercancías parte de las 86 zonas generales establecidas y complementada por 23 zonas portuarias a nivel provincial y 32 zonas auxiliares de intercambio modal carretera-ferrocarril (32 terminales intermodales terrestres).

Las zonas portuarias actúan, por un lado, como zonas de intercambio modal marítimo-terrestre (carretera o ferrocarril) y, por otro, como orígenes o destinos nacionales de las etapas marítimas de cadenas multimodales internacionales (*import-export*) cuya etapa no marítima se produce en otros medios distintos de la carretera y el ferrocarril, es decir transporte por tubería, entre otros, y que, por tanto, exceden al alcance de representación del MNT.

Partiendo de la envolvente de **clasificaciones de mercancías** aplicadas en los diferentes modos de transporte y, para poder caracterizar correctamente los distintos sectores económicos, se ha establecido una clasificación específica para el MNT que considera 15 categorías de mercancías.

Una vez establecido el ámbito espacial del modelo (zonificación) para cada categoría de mercancía (clasificación), se ha procedido a determinar los flujos de mercancías que se transportaban en el año base 2017 en los distintos modos de transporte con el fin de obtener las matrices de demanda de mercancías.

Estas matrices se han construido de manera sintética a partir del análisis y tratamiento de la información obtenida de distintas fuentes oficiales, construyendo dos tipos de matrices de demanda: matrices origen – destino de etapas, por modo y categoría de mercancía, que hacen referencia a cada uno de



Zonas portuarias.

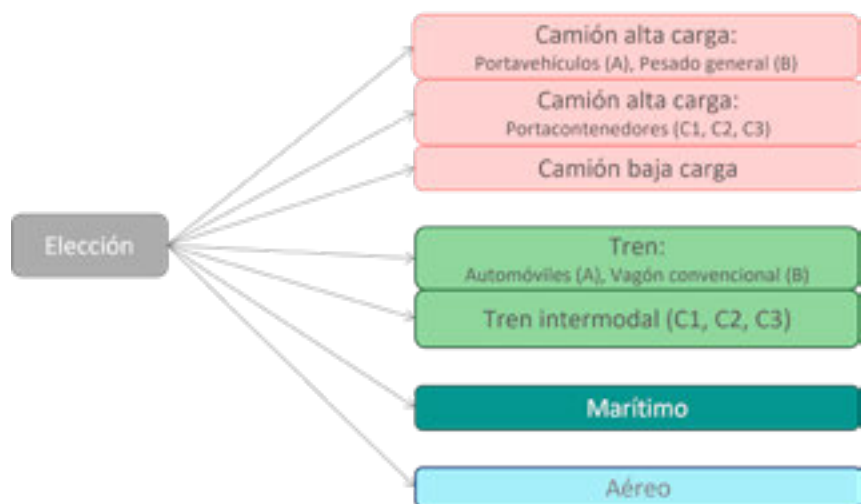
los trayectos realizados mediante un único modo de transporte; y matrices matriz origen – destino de viajes, por categoría de mercancía, que representa el trayecto completo de las cadenas de transporte, pudiendo incluir una sola etapa (viajes unimodales) o varias etapas (viajes multimodales).

El modelo de transporte de mercancías, análogamente al de viajeros, se basa en el esquema clásico de cuatro etapas con las debidas adaptaciones al caso de uso de las mercancías de largo recorrido.

En la primera etapa, los **modelos de generación** determinan las toneladas producidas y atraídas por

cada zona y para cada categoría de mercancía.

Una vez se tienen los volúmenes de mercancías producidos/atraídos por cada zona de transporte y categoría (submodelo de generación), la etapa de **distribución de mercancías** determina las zonas de origen de los flujos relacionados con un destino y los destinos de los flujos generados en un origen. El resultado de esta etapa de la modelización es el cálculo de las matrices origen-destino de viajes totales (sin distinción de modo) para cada tipo de mercancía, tomando como referencia las matrices del año base (2017).



Sistemas de transporte predominante en la elección modal.

Los **modelos de reparto modal y asignación** de mercancías se han desarrollado de forma conjunta mediante una secuencia de procedimientos de 'asignación multimodal' formulada en dos niveles, con el objetivo de obtener la correcta representación de las cadenas multimodales y de las transferencias de mercancías en los principales nodos (puertos, aeropuertos y terminales intermodales terrestres).

Se ha generado un modelo de costes específico para cada uno de los 7 sistemas de transporte definidos, particularizando para cada tipo de mercancía en la medida de lo posible.

Asimismo, se han establecido 7 cadenas multimodales con un sistema de transporte predominante con posibilidad de uno o varios sistemas alimentadores.

## Gestor de escenarios y salidas del modelo

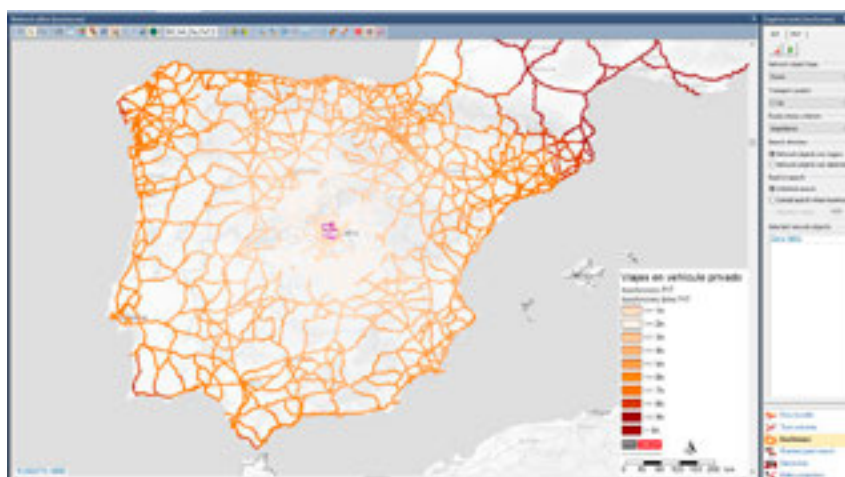
Tras el proceso de construcción y calibrado del MNT al año base de referencia (2017), se ha desarrollado dentro de la misma plataforma PTV Visum un gestor de escenarios que permite la introducción de actuaciones y su agrupamiento en escenarios de análisis para su modelización en diferentes horizontes temporales.

Una de las primeras aplicaciones de un modelo como el MNT es la de proyectar la demanda de transporte a nivel interprovincial a medio y largo plazo. Estas proyecciones proporcionan hipótesis de cambios en la demanda y el tráfico de larga distancia, pudiendo alimentar modelos de ámbito más local.

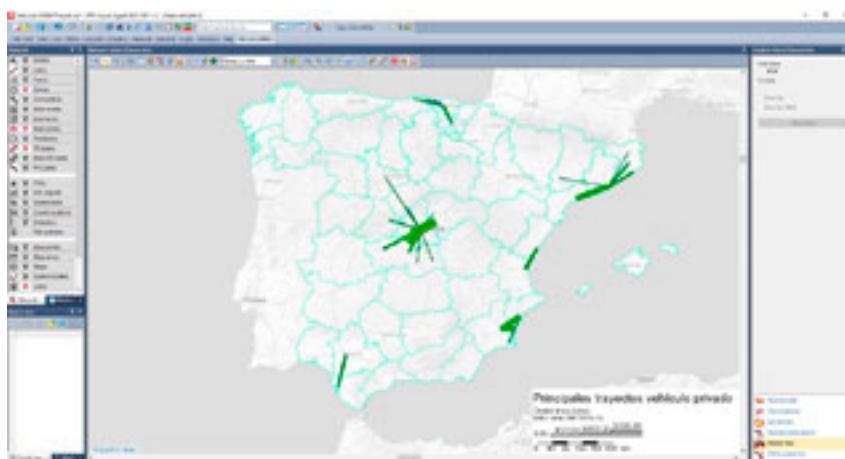
Además, el MNT presenta diversas funcionalidades que permiten evaluar no sólo actuaciones sobre las infraestructuras (creación, modificación o cierre de las existen-



Proyección de tráfico pesado a 2030.



Isocronas.



Líneas de Deseo

tes), sino también modificaciones en la oferta de servicios (horarios, tarifas, rutas, etc.), cambios en los costes de transporte, de fiscalidad

o de composición de la flota circulante, entre otros.

Como resultado del proceso de modelización, dentro del amplio





Diferencia de Tráfico entre dos escenarios.

abanco de posibilidades que ofrece PTV Visum, se han estandarizado diversas salidas de resultados que comprenden: salidas numéricas en forma de matrices OD, listados de estadísticas resumen resultantes de un escenario, capas GIS correspondientes a las salidas de resultados de un escenario y salidas definidas en Visum para la representación gráfica de resultados.

Por otra parte, el gestor de escenarios de PTV Visum también facilita la comparación de escenarios para visualizar, gráfica y

tabularmente, las diferencias entre resultados de dos escenarios y evaluar así los impactos producidos por las actuaciones consideradas.

Además, se ha realizado también la integración de los resultados de los modelos de viajeros y mercancías, de forma que los resultados anualizados de ambas asignaciones se combinan en una única red integrada, tanto para carreteras como para ferrocarril.

Por último, de forma complementaria al MNT se ha desarrolla-

Asignación conjunta sobre la red de los modelos de viajeros y de mercancías.



do un **módulo de estimación de emisiones**. Éste permite cuantificar las variaciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes (CO, NO<sub>x</sub>, PM y SO<sub>2</sub>) para los escenarios modelizados en los cuatro modos de transporte principales.

## Futuro del MNT

El MNT abre un amplio abanico de posibilidades de análisis y prospectiva del funcionamiento del sistema de transportes nacional. No obstante, hay que tener en cuenta que supone la primera versión de una herramienta de estas características a nivel nacional, por lo que presenta un potencial importante de evolución y mejora con el paso del tiempo. La consolidación de un modelo estas características, supone un arduo trabajo de desarrollo, actualización y mantenimiento continuo durante años.

Pero lo más importante es que, con el desarrollo de este primer MNT, se da un paso decisivo y más que necesario para la modernización de las herramientas y de los sistemas de toma de decisión en cuanto a planificación de infraestructuras y transporte nacionales se refiere.

El avance de las tecnologías y la aparición de nuevos elementos como pueden ser la realización de nuevos trabajos sobre movilidad basados en telefonía móvil, la aparición de nuevas fuentes de datos o las actualizaciones de entidad de los existentes, abrirán la puerta a una realimentación y recalibración del modelo, y, por consiguiente, a una mejora en las prestaciones del mismo.

Adicionalmente, su uso continuado permitirá una retroalimentación del modelo, la cual será clave para su evolución y consolidación en los años venideros. ■