

La autopista M-45



Planta general de la obra.

Madrid contará en breve con una nueva autopista urbana: la M-45, una vía de alto grado de confort y seguridad.

Se trata de una nueva forma de concesión de autopistas que se financia por el sistema de peaje en sombra, que consiste en que la Administración paga al Concesionario una subvención en función de los vehículos-km que pasarán por la carretera. El Concesionario tienen la responsabilidad de diseñar, construir, financiar y gestionar la autopista, todo ello bajo la tutela de la Administración.

Esta iniciativa emprendida por la Comunidad de Madrid ha merecido el premio de la IRF (*International Road Federation*) a la innovación financiera en infraestructuras.

POR BERNARDO PRIETO,
DIRECTOR FACULTATIVO
DE LA M-45

El enérgico desarrollo urbano e industrial de la Comunidad de Madrid ha provocado, en los últimos años, la construcción de anillos concéntricos, distribuidores del intenso tráfico generado por la capital y su entorno. Tal es el caso de la M-45 que discurre en el sector comprendido entre el Este-Sur de la Comunidad.

Los objetivos que se persiguen con la construcción de esta vía son, por un lado, la distribución del tráfico local entre poblaciones

del sur de la corona central, muy densamente pobladas; y por otro, y dada la vocación de crecimiento de Madrid, la M-45 resulta una infraestructura imprescindible para el **desarrollo y vertebración del sureste de la ciudad**, donde el Plan General de Ordenación Urbana ha previsto la construcción de una cantidad importante de viviendas.

Esta autopista ha sido contratada mediante el **sistema de peaje en sombra**, en régimen de concesión durante un periodo de tiempo de 25 años.

Las sociedades concesionarias, creadas a partir de la unión de empresas que se presentaron a la li-

citación, tienen la responsabilidad de **diseñar, construir, financiar y gestionar** la carretera. Es éste un modelo de características similares al desarrollado en Inglaterra denominado DBFO (*Design, Build, Finance and Operate*).

Como compensación, la Administración paga al Concesionario una subvención que depende del flujo de tráfico registrado en la carretera.

Diseño

La nueva carretera M-45 es una vía periturbana de alta velocidad, cuya sección transversal consi-

ta de tres carriles por sentido de circulación, con una mediana de anchura suficiente para albergar un carril adicional por calzada, si un incremento del tráfico así lo demanda.

Además, en las zonas donde se ha previsto su necesidad, mantiene unas vías colectoras, con escasa o nula incidencia en el tronco, para distribuir los tráficos locales con origen y destino en las poblaciones del Sur.

Los criterios geométricos del proyecto identifican la M-45 con una autopista de gran capacidad, con un alto grado de **confort** en la conducción, así como un interés prioritario por la **seguridad**.

La M-45 se ha dividido en tres tramos adjudicados a tres Concesionarias distintas.

El **tramo I** de la nueva carretera M-15, comprendido entre la N-II y la futura radial R-3, tiene una longitud total de 14,7 km. Consta de 4 enlaces con la N-II, San Fernando-Polígono, Rivas-Coslada y Coslada-futuros viales. Se construyen 14 estructuras de distintos tipos, entre los que destacan el viaducto con losa y vigas artesa sobre el río Jarama, de 840 m de longitud, y la estructura mixta sobre la N-II, singular por el proceso constructivo empleado, consistente en su lanzamiento, mediante empuje con gatos hidráulicos, desde los estribos.

La longitud del **tramo II** (Eje O'Donnell-N-IV) es de 14,460 km, con 4 enlaces. Se ejecutan 32 estructuras para la restitución de las carreteras y caminos afectados, garantizando así la permeabilidad de la vía. De éstas, la más singular es el viaducto sobre el río Manzanares, de 681 m de longitud, en el que se ha utilizado el sistema de carro deslizante para los encofrados de la losa.

El **tramo III** conecta la N-V a la N-IV con un recorrido de 8,3 km. El origen del trayecto se encuentra en la autopista M-40 entre los enlaces de La Fortuna y de Carabanchel y Alto-Leganés, situándose el final antes de la N-IV,



Encapsulado de Petróleos.

aprovechando, de este modo, el trazado de la actual M-402. Se compone de 4 enlaces y 18 estructuras para salvar, entre otros, el cruce con la M-40.

El firme de la M-45 se ha diseñado para un tráfico T0 y presenta diferentes secciones según los tramos; aunque la capa de rodadura se ha unificado, disponiéndose una mezcla drenante, en línea con el carácter de confort y seguridad de esta vía.

Construcción

Dentro de las singularidades constructivas de la M-45 destaca el **empleo de materiales inadecuados**, desde el punto de vista geotécnico, para la formación de terraplenes. Con ello se ha

disminuido el impacto medioambiental, y se han hecho económicamente viables las obras.

En este sentido, los tramos I y II de la M-45 se desarrollan en el arco Sur-Este de la Comunidad, atravesando los peores terrenos (desde el punto de vista de su empleo en obras de tierra) que existen en Madrid y su alfoz. En efecto, a lo largo de la traza aparecen unos materiales miocenos de alta plasticidad y baja densidad, en ocasiones fuertemente expansivos. Además, se atraviesan grandes escombreras, antiguas y recientes, procedentes de la actividad de la ciudad de Madrid y sus alrededores. Las posibilidades de llevar a vertedero los materiales excavados en los desmontes de la autopista, y utilizar materiales procedentes de préstamos en la formación de terraplenes, son muy limitadas, por el fuerte impacto económico de esta solución, la falta de préstamos con los volúmenes requeridos y el acusado impacto medioambiental que conllevaría la creación de nuevos préstamos y vertederos.

Ante esta situación, los constructores y concesionarios tutelados por la Administración y sus asesores han realizado estudios y

**Las sociedades
concesionarias tienen
la responsabilidad de
diseñar, construir,
financiar y gestionar
la carretera**



ensayos que han permitido emplear unos procedimientos que aseguran el aprovechamiento de los materiales que se encontraban en la traza.

Concretamente en el tramo I se han reutilizado 1 400 000 m³ de peñuelas y arcillas yesíferas, materiales que según el artículo 330 del PG3/75 se clasificarían

como inadecuados, pero que según la nueva Orden Circular, serían suelos marginales (IP entre 40 y 80, LL entre 70 y 100). El método empleado ha consistido en compactar dichos suelos del lado húmedo, empleando rodillos de patas de cabra; y se han dispuesto en el núcleo del terraplén, encapsulándolos, por el cimientto, espaldones y coronación, con suelos inertes, con un contenido de finos entre el 25% y el 35%, de forma que éstos absorberán las presiones intersticiales creadas por la expansividad de las peñuelas.

En el tramo II de la M-45 se detectaron dos problemas en los suelos encontrados a lo largo de la traza. Por un lado, la presencia de unas arcillas sepiolíticas de muy baja densidad y en ocasiones expansivas; y, por otro, las grandes escombreras de San Martín de la Vega.

Las primeras se han estabilizado con cal para facilitar su trabajabilidad y aumentar su capacidad de soporte. Los contenidos de cal varían entre el 1,2% (sobre muestra seca) para los materiales que constituyen el núcleo, y el 2,4% en la coronación.

Los materiales de la escombrera (en su mayoría procedentes de demoliciones y vaciados) se han cribado, eliminando los tamaños superiores a 200 mm, así como los restos de plásticos y materia orgánica; obteniendo un material adecuado para el núcleo. El material sobrante se ha empleado en

la construcción de las motas o caballones antiruido.

Financiación

La necesidad de cumplir con los criterios de convergencia demandados por la Unión Europea a sus Estados miembros para poder formar parte de la Unión Monetaria ha originado una profunda alteración de los modos de financiación de las infraestructuras públicas.

La exigencia de mantener el déficit público por debajo de un 3% del PIB ha provocado una reducción de la inversión pública vía presupuestos, dando lugar a **otros métodos de financiación alternativos**.

De este modo, la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid ha tramitado cuatro concesiones en régimen de financiación por peaje-sombra. Tres de ellas conforman la M-45 y la cuarta concesión es la duplicación a cuatro carriles de las carreteras M-501 y M-511, también conocidas como Ruta de los Pantanos.

Unidades más importantes

Movimientos de tierras

Excavaciones:

12 500 000 m³

Terraplenes:

9 800 000 m³

Firmes

Mezclas bituminosas:

1 000 000 t

Estructuras

Hormigones:

170 000 m³

Aceros pasivos:

16 500 t

Aceros activos:

500 t

Correcciones medioambientales

Hidrosiembras:

3 500 000 m³

Revegetaciones:

450 ha

Ficha Técnica

Administración concedente:

Consejería de Obras Públicas y Urbanismo de la Comunidad de Madrid

Concesionarias:

Tramo I: Concesiones de Madrid, S.A.

Accionistas:

- Grupo Dragados, S.A.
- FCC Construcción, S.A.
- NECSO Entrepuertos Cuhertan, S.A.
- Caja Madrid
- Acciona, S.A.

Tramo II: Autopista Trados-45, S.A.

Accionistas:

- CINTRA Concesiones de Infraestructuras de Transporte, S.A.
- ACS Construcción y Servicios, S.A.

Tramo III: Euroglosa-45, S.A.

Accionistas:

- SACYR, S.A.
- Sociedad General de Obras y Construcciones Obrascón, S.A.
- Banco de Negocios Argentaria, S.A.
- Banco Central Hispanoamericano, S.A.

El sistema de **financiación en régimen de peaje-sombra** consiste en que la Administración abona la compensación por peaje que, en principio, debería pagar el usuario de una autopista cuya construcción haya sido financiada con fondos privados por el Concesionario.

Aparece así la necesidad de un recuento de vehículos para que, a partir de éste y después de ser multiplicados por una tarifa, se obtenga como resultado el canon por peaje-sombra que debe pagar la Administración.

Se ha adoptado un esquema tarifario en bandas (tres) con un límite superior de la última banda a partir del cual el canon por vehículo es nulo.

El sistema de peaje-sombra sólo es aplicable a la realización de infraestructuras rentables por sí mismas para la iniciativa privada. Por lo tanto, la Administración debe analizar detalladamente la rentabilidad de la operación, sin tener en cuenta los beneficios sociales que además se puedan generar.

Para un volumen de inversión en construcción en torno a los 69 000 Mpta se precisa una IMD de 100 000 vehículos para el año horizonte 2005.

Se trata por tanto de un **Project Finance**: es decir, un sistema de financiación cuya característica principal es que el propio proyecto garantice los flujos de caja generados por la venta de un servicio (en nuestro caso, el tráfico) a partir de unos activos propios del proyecto. Este sistema de financiación de *Project Finance* se emplea en negocios que operen en un sector cuyos ingresos sean estables y predecibles, como lo es el tráfico.

Ello permite a los promotores acometer proyectos de elevada cuantía, cuya financiación excedería su capacidad de obtención de fondos. De esta forma, con unos fondos propios de un 15% sobre el capital, el restante 85% de endeudamiento es asumido por



Viaducto del Jarama

los agentes financieros con la garantía exclusiva de que el proyecto es viable por sí mismo.

También presenta inconvenientes, ya que la operación tiene que tener evaluado el mayor número de riesgos, lo que incrementa el coste de financiación por parte de las entidades prestamistas.

Explotación, conservación y vigilancia

Como se ha indicado anteriormente, la inversión de la M-45 la acometen tres Concesionarias diferentes; pero, desde el punto de vista de la gestión futura, la

Administración considera la M-45 como una única autopista.

En este sentido, y al objeto de optimizar la explotación de la vía, los tres concesionarios crearán un **Ente Común o Sociedad Única para la conservación, explotación y vigilancia** de toda la M-45. El mantenimiento extraordinario o las operaciones específicas de cada tramo serán responsabilidad de cada concesionario.

Por tanto, se ha considerado deseable construir una única área funcional de la carretera que albergue la nave de conservación y el centro de control de la M-45. En este edificio se centralizan los equipos informáticos de peaje en sombra y videovigilancia de la autopista.

Dado el carácter urbano que tendrá la M-45, la Comunidad de Madrid ha establecido un convenio con la Dirección General de Tráfico para la señalización variable de la autopista. La arquitectura del sistema de comunicaciones diseñado permite el intercambio de datos entre la DGT y el futuro Ente de Conservación para la mejor gestión de la autopista y, a la postre, servir mejor al usuario final. ■

Para un volumen de inversión en construcción en torno a los 69 000 Mpta se precisa una IMD de 100 000 vehículos para el año horizonte 2005