La AP-41: Una nueva alternativa para viajar entre Madrid y Toledo

The AP-41: A New transport alternative between Madrid and Toledo

Luis Barceló Vidal. Geólogo y Master en Ingeniería Geológica
Jefe de Tramo. lbarcelo@autopistamadridtoledo.com

Resumen: Tras un año y medio de obras para su construcción, la Autopista Madrid-Toledo AP-41 entra ya en servicio, con el objetivo de reducir el tiempo de viaje entre ambas capitales españolas a poco más de treinta minutos. Se trata, por lo tanto, de una importante alternativa al trayecto por la autovía A-42, en la que se tarda casi el doble de tiempo, sin tener en cuenta las habituales retenciones que se producen a diario en este recorrido.

Palabras Clave: Autopista, Trazado, Tiempo de viaje, Retenciones

Abstract: The new Madrid-Toledo AP-41 motorway has recently been opened after a year and a half of construction. This motorway will reduce the travel time between both cities to little over thirty minutes and will, subsequently, serve as an important alternative to the A-42 motorway which takes almost double the time even without the traffic jams that regularly occur on this route.

Keywords: Motorway, Route, Travel time, Hold ups

La concesión de la AP-41 salió a concurso en agosto de 2003 por parte del Ministerio de Fomento, dentro del Plan de Infraestructuras y Transporte 2000-2007. Las obras comenzaron en enero de 2005 a cargo de la Sociedad Concesionaria Autopista Madrid Toledo, consorcio constituido por las empresas constructoras Isolux-Corsan, Comsa, Azvi, Sando y la entidad financiera Banco Espirito Santo. La inversión económica ha sido de cerca de quinientos millones de euros.

El nuevo trazado que conecta Madrid y Toledo tiene su origen en la carretera de circunvalación de Madrid M-40. Dispone de una longitud de 71,5 kilómetros, de los que los primeros 14,5 transcurren por la ya existente Autopista R-5, y los 57 kilómetros restantes son de reciente construcción. El proyecto incluye también la Autovía A-40 de Castilla La Mancha, tramo Circunvalación Norte de Toledo.

La autopista cruza los términos municipales de Moraleja de Enmedio, Griñón y Serranillos del Valle en la Comunidad de Madrid. En cuanto a la provincia de Toledo, Comunidad de Castilla-La Mancha, pasa por los términos de Carranque, Illescas, Yuncos, Numancia de La Sagra, Yuncler, Villaluenga de La Sagra, Cabañas de La Sagra y Olías del Rey.

El Plan de Infraestructuras y Transporte contemplaba en una segunda fase, prevista para el año 2009, la prolongación de la Autopista Madrid-Toledo hasta las proximidades de Córdoba, con paso por Ciudad Real. Así, se trata de ofrecer una alternativa al quebrado trazado de la Autovía de Andalucía A-4, a su paso por Despeñaperros.

La AP-41 tiene un esquema de peaje semi cerrado, que permite realizar el trayecto completo entre Madrid y Toledo con una única parada para los medios de pago tradicionales (efectivo y tarjeta banca-

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de marzo de 2007

Recibido: noviembre/2006. Aprobado: noviembre/2006

Tabla 1

Enlaces	Carreteras
AP-41	
Autopista de peaje R-5	Madrid M40 – Navalcarnero A5
Moraleja de Enmedio	M-413
Serranillos del Valle	M-404
Carranque	TO-4112-V
Illescas	N-401 Madrid – Toledo
Numancia de la Sagra	CM-4004
Villaluenga de la Sagra	TO-9401
Villaseca de la Sagra	CM-4001
Autopista A-40	Maqueda A5 – Cuenca
Mocejón	CM-4001
Toledo	A42 Madrid – Toledo, N-400 Toledo – Cuenca
	y N-403 Toledo – Ávila
A-40	
Guadarrama	N-403 Toledo – Ávila
Bargas	CM-4003
A-42	A-42
Olías del Rey	CM-4006

ria) y sin parada alguna si se abona el importe del trayecto por Telepeaje (Vía-T). Este último es un sistema de pago vía radio en el que no es necesario detener el vehículo y que ya está implantado en casi todas las autopistas españolas.

Enlaces

La AP-41 cuenta con un total de quince enlaces con las diferentes carreteras de rango nacional, autonómico y provincial próximas a su recorrido (Tabla 1).

Geológicamente, el trazado de la autopista se encuentra en la Cuenca del Tajo, formada por sedimentos del Mioceno (Terciario superior) tapizados parcialmente por materiales recientes del Cuaternario. Las unidades geológicas, clasificadas en orden de mayor a menor calidad geotécnica, interesadas por la obra son arenas y arenas arcillosas ("arenas de miga", "arenas tosquitas" y similares), arenas muy arcillosas y arcillas arenosas ("toscos" y "toscos arenosos"), Arcilas de La Sagra (arcillas cerámicas), arcillas y limos muy plásticos ("peñuelas") y Cuaternario.

Características de la obra

Las características geométricas adoptadas para el tronco de la AP-41 son las mismas que las de una A-120 (grupo 1 de carreteras) (Tabla 2).

Tabla 2

Características geométricas	AP-41
Velocidad de trayecto	120 Km/h
Trazado en planta:	
Radio mínimo	700 m
Longitud mínima de curva de transición	100 m
Trazado en alzado:	
Inclinación mínima	0,50 %
Inclinación máxima en rampa	4,00 %
Inclinación máxima en pendiente	5,00 %
Inclinación excepcional	6,00 %
Parámetro mínimo de acuerdo convexo	15.276 m
Parámetro mínimo de acuerdo cóncavo	6.685 m
Longitud mínima de acuerdo	120 m

El trazado de la vía no presenta grandes obstáculos topográficos, por lo que en su mayor parte se puede considerar como llana. Únicamente existe una topografía acusada en algunas zonas del margen derecho del Tajo y en las inmediaciones de Toledo capital. En cuanto a las medidas de la AP-41, el tronco de la autopista es de 41 metros de ancho. Ahí se incluyen dos calzadas de 12,5 metros y una mediana de 10. Cada calzada está dotada de una berma exterior de un metro, un arcén exterior de 2,5 metros, dos carriles de 3,5 y un arcén interior y una berma interior de un metro cada una.

El paquete de firme en el tronco de la carretera está formado por una explanada tipo E-2, constituida por 0,25 metros de Suelo Estabilizado 1 con cal y 0,25 metros de Suelo Estabilizado 2 con cemento, sobre la que está prevista la colocación de 0,30 metros de suelo cemento y 0,20 metros de mezclas bituminosas. Estas últimas se colocarán en la siguiente disposición: base con 0,10 metros de G-20, intermedia con 0,06 metros de S-20 y una rodadura de 0,04 metros con PA-12.

Las principales unidades de obra de la AP-41 se detallan en la tabla 3.

Tanto el proyecto constructivo como las investigaciones geotécnicas realizadas en la fase de obra pusieron de manifiesto la presencia de dos problemas geotécnicos a resolver para mantener el plazo de finalización de la construcción de Autopista AP-41 dentro de las fechas previstas (diciembre de 2006). Por un lado, se encontraron de materiales marginales por problemas de capacidad portante en determinadas zonas y, por otro, suelos blandos como apoyo de amplias zonas de relleno en otros puntos.

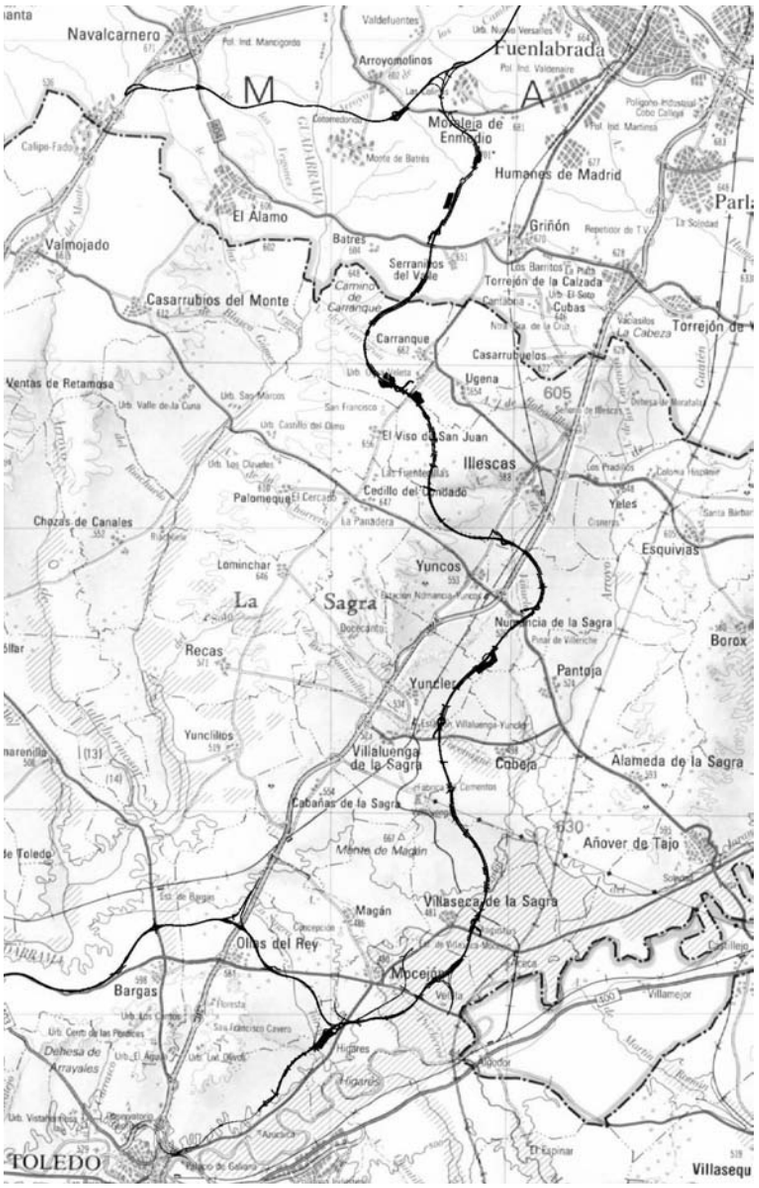

Tabla 3

Unidades de obra		AP-41	A-40
Explanaciones			
	Desmontes	12.430.000 m³	2.776.000 m³
	Terraplenes	11.450.000 m³	3.100.000 m³
Drenaje			
	Obras de drenaje	4.870 ml	3.306 ml
Firmes			
	Suelo cemento	475.000 m³	130.000 m³
	Mezcla asfáltica	760.000 Tn	145.000 Tn
Estructuras			
	Viaductos	10 uds	3 uds
	Pasos	63 uds	29 uds
Señalización, balizamiento y defensas			
	Barreras de seguridad	127.590 ml	42.000 ml

Los suelos marginales por capacidad portante son materiales procedentes de las formaciones "Peñuelas" y "Transición Tosco-Peñuelas". Se trata de suelos con valores del índice CBR saturado por debajo de 3. La presencia de estos materiales en muchas excavaciones de la obra y la inexistencia de préstamos adecuados obligó a estudiar la mejor forma de aprovechamiento de estos materiales asegurando la estabilidad y durabilidad de los rellenos formados por éstos. Para ello, se prestó especial atención a las zonas del trazado de la autopista en las que el material puesto en obra podría saturarse, porque al ser puntos bajos del terreno natural son zonas potencialmente inundables.

Se realizó también un estudio hidrológico muy profundo en el que se analizaron las zonas del trazado potencialmente inundables para la avenida de los 500 años, obteniéndose en cada caso las cotas de máxima inundación de los rellenos afectados.

La solución obtenida en obra para la construcción de los rellenos ubicados en zonas bajas (vaguadas) y con poca pendiente longitudinal consiste en la ejecución en obra de la siguiente sección transversal: (1) Cimiento. Formado por dos tongadas de 0,25 metros con material con un índice CBR > 3 o con material procedente de la excavación de la traza tratado con cal (dotación entre el 1 y el 1,5%). El material se compactó con pata de cabra hasta conseguir una compactación igual o superior al 98% del ensayo de apisonado Proctor Normal. (2) Núcleo y espaldones. Se empleó material procedente de las excavaciones de la traza compactado mediante cuatro pasadas dobles de pata de cabra en tongadas de 0,30 metros de espesor hasta obtener una compactación igual o superior al 98% del ensayo P.N.

Para el caso de las zonas potencialmente inundables, la sección de relleno ejecutado se hizo de la siguiente forma (Figura 6): (1) Cimiento. Construido

con dos tongadas de 0,25 metros de suelos con índice CBR > 3 o bien con material procedente de las propias excavaciones tratado con cal (dotación entre 1 y el 1,5%). La compactación se llevó a cabo con pata de cabra hasta alcanzar una compactación igual o superior al 98% del ensayo P.N. (2) Núcleo. Formado por tongadas de 0,30 metros de espesor compactadas con cuatro pasadas dobles de pata de cabra hasta conseguir una compactación igual o superior al 98% del ensayo P.N. (3) Espaldones. En los que se utilizó el material procedente de la propia excavación tratado con cal con dotaciones del 1 al 1,5%, con objeto de conseguir un índice CBR > 3. La compactación se llevó a cabo con cuatro pasadas dobles del compactador pata de cabra hasta alcanzar una compactación igual o superior al 98% del ensayo P.N. La ejecución del espaldón se continuó en altura hasta alcanzar una cota de + 0,5 metros por encima de la cota máxima de la avenida de los 500 años.

Además de los procedimientos de ejecución comentados se ha procedido también a un llevar a cabo un intenso control de procedencia del material que garantizara la calidad del material a colocar antes de llevar a cabo la propia excavación y transporte del mismo al relleno correspondiente.

Como anteriormente mencionamos existió un segundo problema geotécnico al encontrar suelos blandos, que se resolvió con la construcción de terraplenes. Las zonas afectadas por este tipo de materiales ya se pusieron de manifiesto en el proyecto constructivo y en fase de obra se procedió a una intensa campaña de investigación de campo con objeto de tramificar la obra y definir los mejores tratamientos para la construcción de estos rellenos.

Cuando el espesor de las zonas blandas era inferior a cuatro metros, se optó por el saneo y sustitución del material por suelos procedentes de las excavaciones de la traza tratado con cal siempre y cuando la zona fuera susceptible de inundación por la cercanía del nivel freático.

En caso de no cumplirse la condición anterior se optó por una segunda solución. Consistió en tratar las zonas blandas con mechas drenantes verticales. Después de un profundo estudio de las cuantías de los asientos y de los plazos necesarios para obtenerlos, dado el plazo de ejecución de la obra, se trabajó con el objetivo de disminuir los tiempos de espera

por consolidación de los terrenos de apoyo de los terraplenes de la obra. Para ello se optó por la realización de drenes verticales en forma de mechas drenantes hincadas.

El relleno ejecutado sobre suelos blandos con elevado espesor (> 4 m) se ha realizado siguiendo las siguientes pautas: (1) Formación de la zona de asientos de las mechas. Consistió en la ejecución mediante material procedente de la traza de un bombeo transversal de la sección de tal forma que la altura fuera superior al máximo asiento elástico previsto. La pendiente transversal de bombeo es superior al 2%. (2) Hincha de mechas drenantes. Se procedió a la hinca mediante martinete de las mechas drenantes en malla triangular y con profundidad variable según la tramificación realizada. (3) Colocación de geomembrana. Se trata de una lámina drenante por una cara e impermeable por la contraria, y se apoyó sobre la zona de asiento de las mechas cubriendo igualmente a estas últimas. (4) Carga y ejecución del terraplén. Se inició el relleno sobre el geocompuesto de forma que la presión de sobrecarga del terraplén enviara a las vías de salida la presión de agua generada a la unión mechas y geocompuestos y aliviara ésta fuera del mismo. De esta forma, se facilitó la consolidación del terreno subyacente al relleno acelerando el mencionado proceso de consolidación.

Como parte necesaria en la ejecución de estos rellenos sobre suelos blandos, se procedió a la elaboración de un programa de auscultación para el control y seguimiento de los asientos producidos. En unas zonas de la obra se optó por la utilización de líneas de asiento, con objeto de continuar el seguimiento en fase de explotación, y en otras zonas de la obra se utilizaron las placas de asiento complementadas por la ejecución de ensayos de penetración dinámica antes y después de la consolidación del terreno subyacente.

En líneas generales se procedió a una ejecución de los rellenos por fases. Comenzándose la ejecución de estos rellenos especiales hasta una altura de 5 metros, correspondiente a la máxima altura estable del relleno. Una vez comprobado el cese de los asientos para el primer escalón de carga, verificándose que se han estabilizado los asientos a través de los datos obtenidos por la auscultación, se continuó el proceso de carga del relleno con el siguiente escalón. ◆

Ficha Técnica

Administración:	MININSTERIO DE FOMENTO.
Inspector:	D. Javier González Cabezas
Asistencia Técnica:	GETINSA
Concesionaria:	AUTOPISTA MADRID – TOLEDO C.E.A.S.A.
Dirección General y Construcción:	D. Alfonso Budiño
Jefatura Dirección de Obra:	D. José Antonio de la Fuente
Jefe de Tramo:	Luis Barceló
Jefe de Sistemas:	Santiago de Santiago
Asistencia Técnica:	EUROCONSULT
Jefe de Unidad:	D. Julio Cabezas
Constructora:	UTE Madrid-Toledo.
Gerente:	D. José Manuel del Río
Jefe de Tramo 1:	D. Francisco Caballero
Jefe de Tramo 2:	D. Carlos Muñoz
Jefe de Tramo 3:	D. Juan Manuel Morales
Jefe de Tramo 4:	D. Javier Fernández
Jefe Oficina Técnica:	D. Marcos Chico
Jefe PAC:	Dª Mª Jesús Pérez
Laboratorio:	UTE CIESM-CORVISA.