

Con la puesta en servicio del tramo Molledo-Pesquera

Finalizada la Autovía Cantabria-Meseta, A-67 a su paso por Cantabria

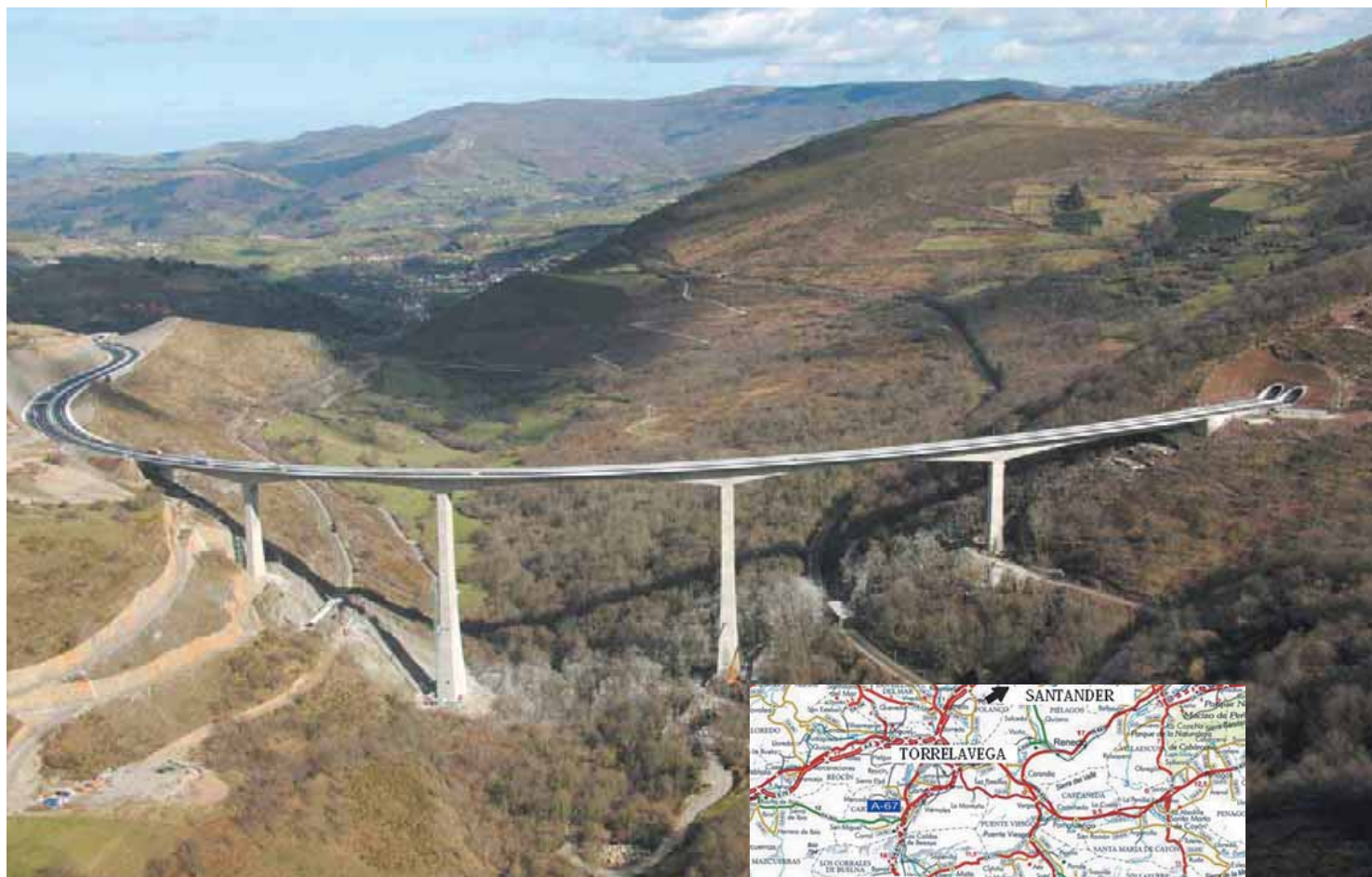


Foto superior: Viaducto de Montabliz con 130 m de altura de pila, la mayor de España. Foto inferior: Ubicación del tramo.

Por Roberto Villegas Gómez, ICCP, y
Director de las obras.

El día 31 de enero y en un acto presidido por la *Ministra de Fomento, Dña. Magdalena Álvarez*, ha sido puesto en servicio el tramo Molledo-Pesquera, que culmina la parte cántabra de la Autovía Cantabria-Meseta, A-67.

El tramo Molledo-Pesquera, que tiene 11,87 km de longitud, ha contado con una inversión total de 194,93 millones de euros, de los que 5,35 corresponden a costes de ex-

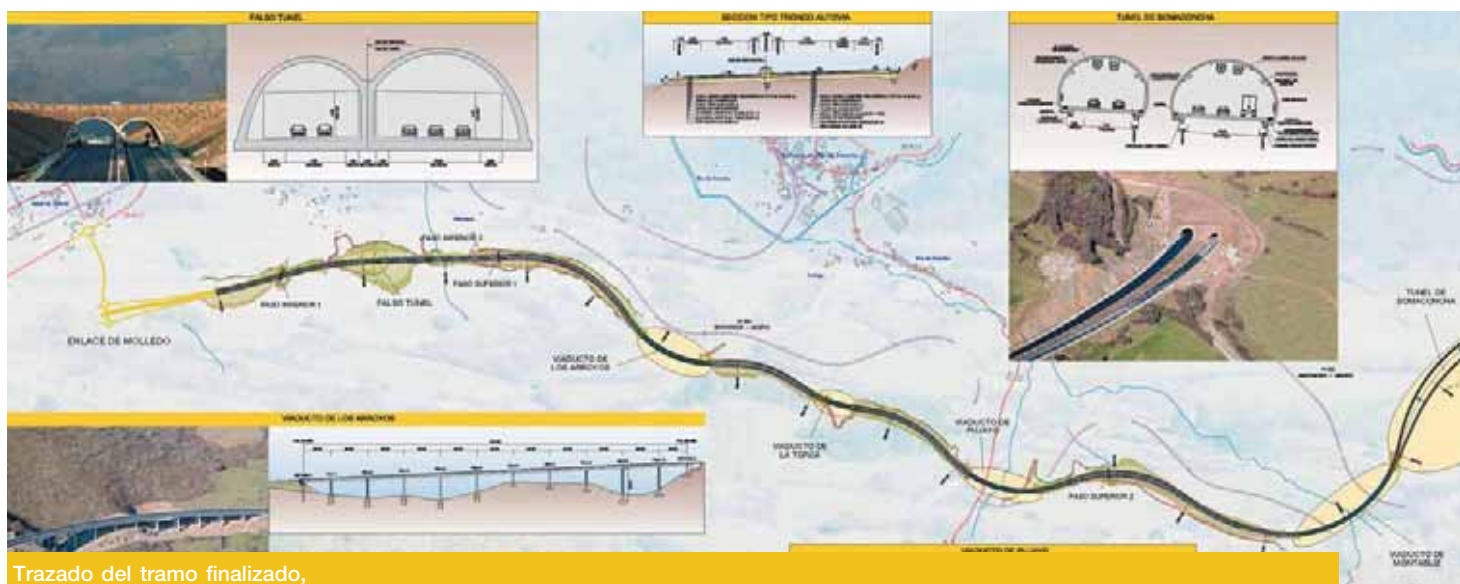
propiación.

Inicialmente, la intensidad media diaria prevista de la obra es de 11 500 vehículos, de los que el 16% será tráfico pesado.

Descripción del trazado

La traza del tramo inaugurado discurre por los términos municipales de Molledo, Bárcena de Pie de Concha, Pesquera y San-





tiurde de Reinosa, pertenecientes a Cantabria, por un terreno accidentado, en el que predominan zonas de matorral, de praderías y forestales. Su trazado se desarrolla al oeste de la actual N-611, en la margen

izquierda del río Besaya, iniciándose en el Enlace de Santa Cruz de Iguña, donde conecta con el tramo anterior "Los Corrales de Buelna-Molledo", actualmente en servicio, y finalizando en el Enlace de Santiaurde

de Reinosa, donde se une al tramo posterior, "Pesquera-Reinosa", igualmente en servicio. Ambos enlaces, los únicos existentes en el tramo, son de tipo diamante; y cuya construcción se incluyó en los tramos

VIADUCTO DE PUJAYO

El Viaducto de Pujayo, de 420 m de longitud, discurre entre los pp.kk. 24+090 y 24+510 de la traza. Esta estructura salva el valle que forma el río Galerón, y se sitúa cercana al pueblo de Pujayo, de donde toma su nombre. Es una estructura continua, hiperestática, con sección cajón de hormigón pretensado y canto variable. La longitud total del viaducto está dividida en 5 vanos: los 3 centrales de 100 m de luz y los 2 vanos laterales de 60 m de luz.

En lo que se refiere a los parámetros de trazado, el viaducto está situado dentro de un tramo con curvatura en planta constante de 600 m de radio, con curva a izquierdas según avance de los puntos kilométricos. Por este motivo, la sección transversal tiene un peralte, también constante, del 8%. En alzado, la estructura se inserta en un tramo parabólico, cóncavo, con Kv 7500.

A la hora de diseñar y proyectar su tipo, se tuvieron en cuenta numerosos factores relacionados con todas las variables que intervienen en un problema de esta naturaleza. En primer lugar, y para proteger el valle y la propia vista del pueblo de Pujayo, se optó por diseñar un puente de una única pila por punto de apoyo, tal y como prescribía la Declaración de Impacto Ambiental. Entendemos que esta solución es la que ofrece una mejor permeabilidad visual y una menor afección al valle. Asimismo, la decisión de proyectar una pila única lógicamente obliga a diseñar también un

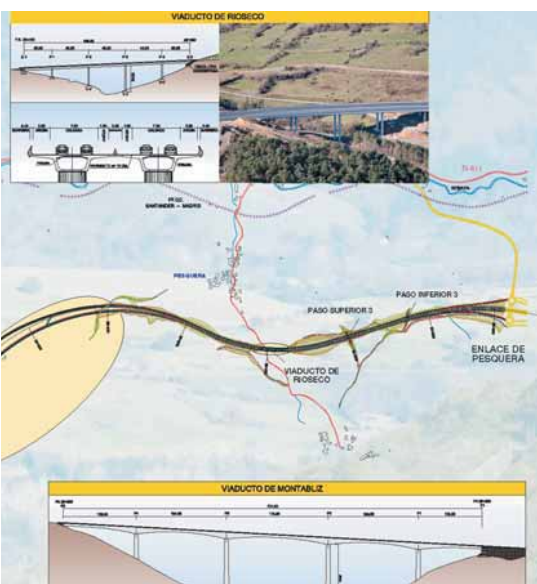
único tablero para soportar los 26,10 m de anchura de la autovía, lo que ha supuesto un importante reto técnico desde el punto de vista del proyecto y de la construcción.

Igualmente, el proceso constructivo elegido para la construcción del tablero, por avance en voladizo, y plenamente compatible con la distribución de luces, evita cualquier tipo de apoyo provisional intermedio en las laderas o fondo del valle, asegurando una ejecución rápida y limpia.



Así pues, el tablero del puente está formado por un cajón monocelular de hormigón pretensado, de canto variable, construido por el método de avance en voladizo por dovelas sucesivas hormigonadas in situ. La solución tradicional para estos tableros de gran anchura de calzada consiste en establecer un cajón de almas verticales con una anchura de aproximadamente un tercio de la de la calzada, y recoger los voladizos laterales mediante puntales

inclinados que introducen las cargas en la parte inferior de las almas. Sin embargo, en este caso, y siguiendo algunas soluciones ya ensayadas en otros países, se optó por eliminar estos puntales inclinados laterales, extendiendo la anchura superior del cajón de hormigón hasta más de la mitad de la anchura de la calzada, de forma que los voladizos laterales, bastante reducidos ya, pudieran resolverse con una simple viga o nervio de rigidez. Esto conduce a que las almas del cajón no son verticales, sino que mantienen una inclinación constante definida por la relación de an-



Viaducto de Pujayo.

contiguos mencionados.

En cuanto a sus características técnicas, el trazado en planta tiene un radio mínimo de 600 m, y la pendiente longitudinal máxima es del 5,57%.

Secciones tipo

La sección transversal tipo de la autovía esta compuesta por dos calzadas de 7 m cada una, con arcenes

interiores de 1,5 m y exteriores de 2,5 m. La separación de ambas calzadas es variable, con una anchura de mediana mínima de 2 m y máxima de 6 donde discurren paralelas, con doble

churas de las tablas superior e inferior en la sección de pila. Asimismo, como es fácil imaginar, y debido a la variación del canto, la anchura de la tabla inferior pasa a ser ahora también variable, reproduciendo un contorno parabólico asociado a la parábola que define el canto.

Con todo esto, el tablero del viaducto tiene una anchura total de 26,1 m, con 2 carriles de circulación en el sentido descendente (de 3,50 m de anchura cada uno) y 3 carriles en el sentido ascendente (también con 3,50 m de anchura cada uno). Además, se disponen arcenes interiores de 1,50 m de anchura a cada lado de la mediana y arcenes laterales de 1,50 m de anchura en el sentido ascendente y 2,50 m de anchura en el sentido descendente. La sección se completa con dos pretilas rígidas de hormigón en los extremos y una barrera rígida de mediana de 80 cm de anchura. El canto del tablero, con variación parabólica, alcanza una altura máxima de 6,0 m sobre la sección de apoyo en pila y una altura mínima de 2,5 m en el centro de luz. De esta forma la esbeltez (relación de la luz frente al canto) varía desde un valor de $L/16,6$ en pila hasta los $L/40$ en centro de luz de los vanos, lo que indica la notable esbeltez de este viaducto. En los vanos laterales la parábola de definición del canto es la misma en los 50 m a cada lado de la pila, y se une al estribo con un tramo de 10 m de longitud y canto constante 2,5 m.

La anchura de la tabla superior del cajón es constante e igual a 15,70 m, y la tabla inferior presenta una anchura variable entre los 7,10 m en la sección de pilas hasta los 12,17 m en la sección de centro de luz. Para completar los 26,10 m de anchura de la plataforma se disponen a cada lado del cajón central sendos voladizos laterales de 5,20 m de longitud y 0,25 m de canto. Estos voladizos están rigidizados cada 5,0 m por unos nervios transversales, que se prolongan desde los extremos hasta la parte interior del cajón.

La altura de las pilas laterales es de 28,0 m en la pila 1 y 35,0 m en la pila 4, mientras que las pilas centrales tienen una altura de 64,0 m (pila 2) y 60,0 m (pila 3). Las pilas son rectangulares con los bordes redondeados con radio 0.5 m. La sección de las pilas tiene unas dimensiones en cabeza de 7,1 x 4,2 m, y presenta doble variación en función de la altura (pendiente de 1/50 en transversal y 1/75 en longitudinal).

El terreno está formado por un relleno de suelos de origen mixto (aluvial, coluvial y eluvial, y suelos de tipo glaci) de espesor variable apoyado sobre calizas alteradas en grado variable. Esto obligó a realizar una cimentación de tipo profundo en las pilas 1, 3 y 4 (siendo la cimentación de la pila 2 y de los estribos de tipo superficial).

El proceso constructivo comenzó por la ejecución de los estribos y las pilas laterales (1 y 4) para, a continuación, iniciar la construcción de las dovelas 0 y el avance en voladizo del tablero sobre estas pilas. Posteriormente se construyeron las pilas centrales junto con su correspondiente avance en voladizo del tablero. Una vez concluidos los avances en voladizo, se construyeron las fases laterales y los cierres en clave y se realizó el tesado del pretensado de continuidad. Puesto que, durante el avance en voladizo, sólo se construía la sección central del cajón, posteriormente se hormigonaron los voladizos y nervios laterales del tablero.

En el Viaducto de Pujayo se ha incorporado un sistema de instrumentación estática permanente de los principales parámetros que gobiernan el comportamiento del puente durante el proceso constructivo. Para ello se han dispuesto una serie de sensores en distintas secciones del tablero y de las pilas, controlados electrónicamente en tiempo real mediante un sistema de adquisición de datos gobernado por un ordenador.



Viaducto de Montabliz.

barrera New Jersey y jardín central. Se ha dispuesto un tercer carril en el sentido Santander – Palencia, desde el inicio del tramo hasta pasados los túneles de Somaconcha, con el fin de asegurar la funcionalidad de la vía durante todo su periodo de vida útil.

Por lo que se refiere a la sección del firme, está formada por 30 cm de mezclas bituminosas (3 cm de M-10, 9 cm de S-20 y 18 cm de G-25) sobre 25 cm de zahorra artificial. La capa de rodadura está compuesta por una mezcla bituminosa discontinua, adecuada para las características climatológicas de la zona, ya que asegura un alto rozamiento.

Dentro de este tema, hay que destacar que, por ser un terreno muy accidentado, se ha tenido que realizar un importante movimiento de tierras. El volumen de excavación ha sido 5,2 millones de metros cúbicos y el de terraplén ha sido 1,6 millones de metros cúbicos.

Estructuras

Las estructuras importantes existentes en el tramo son: el doble túnel de Somaconcha, el falso túnel de Molledo, y los viaductos de Los Arroyos, La Torca, Pujayo, Montabliz y Río seco, a los que hay que añadir 3 pasos superiores, otros 3 inferiores y

18 obras de drenaje transversal.

■ Doble túnel en Somaconcha:

Se trata de dos tubos paralelos, uno para cada sentido de la circulación, con unas longitudes de 1594 m y 1532 m para las calzadas de sentido Santander y sentido Palencia, respectivamente. Ambos tubos disponen de instalaciones de seguridad que incluyen una galería de evacuación, nichos dotados de poste SOS, extintores e hidrantes, sistemas separados de drenaje de filtraciones y eliminación de vertidos, iluminación, ventilación, detección y extinción de incendios, grupos electrógenos, control de tráfico con circuito cerrado de televi-



Túnel de Somaconcha.



Falso túnel de Molledo.

sión y megafonía y sistema automático de detección de incidentes.

■ Falso túnel de Molledo:

Este túnel, impuesto por la Declaración de Impacto Ambiental, consiste en dos bóvedas de 13 m y 16,50 m de anchura y 100 m de longitud.

Además, se han construido un total de cinco viaductos, dos de los cuales, **Pujayo** y **Montabliz**, describimos en sendos recuadros:

- **Viaducto de los Arroyos:** Tiene una longitud total de 442 m distribuida en once vanos (32 + 9 x 42 +



Vista general del tramo finalizado, de 11,87 km de longitud.

32), luz máxima de 42 m y radio de curvatura en planta de 600 m. El tablero es continuo, y su sección está formada por un cajón unicelular de hormigón pretensado de 30,3 m de anchura sobre doble pila, cuya altura máxima en el fuste es de 41,6 m.

- **Viaducto de la Torca:** Tiene una longitud total de 148 m distribuida en cuatro vanos ($32 + 2 \times 42 + 32$), luz máxima de 42 m y radio de curvatura en planta de 750 m. El tablero tiene una sección idéntica a la del viaducto anterior, y la altura máxima de pila es de 30,5 m.

- **Viaducto de Río seco:** Este viaducto salva el valle formado por el río Rumardero. Tiene una longitud total de 190 m distribuida en cinco vanos ($32 + 3 \times 42 + 32$), luz máxima de 42 m y radio de curvatura en planta de 600 m. El tablero es continuo y su sección está formada por un cajón bicelular de hormigón pretensado de 24,8 m de anchura sobre doble pila, cuya altura máxima en el fuste es de 31,1 m.

En conjunto, la longitud total de los cinco viaductos unida al túnel de Somaconcha y al falso túnel de Mollado suponen la tercera parte de la longitud del tramo, por lo que junto con los citados pasos superiores e inferiores y las 18 obras de drenaje transversal definidas para el paso de las aguas, se garantiza la permeabilidad transversal de la autovía, tanto para paso de la fauna como para las aguas de escorrentía superficial.

La obra contempla la reposición de numerosos caminos afectados y la creación de otros nuevos que mejoran el acceso a las fincas colindantes.

Impacto ambiental y seguimiento arqueológico

El trazado respeta al máximo posible el entorno por el que discurre, con inversiones muy importantes en medidas medioambientales que comprenden tanto mejoras en las estructuras como medidas correctoras de impacto ambiental, que incluyen, entre otras, la vegetación con especies autóctonas.

VIADUCTO DE MONTABLIZ

Este viaducto permite el paso de la Autovía de la Meseta sobre el valle del río Bisueña en la provincia de Cantabria. Sus 130 m de altura de pila, la mayor de España y entre las 6 mayores de Europa, sus 175 m de luz en el vano central, construidos mediante la técnica de avance en voladizo, y el diseño de su sección transversal, resuelta mediante cajón único para las dos calzadas, con anchura de plataforma de 26,1 m, hacen de la solución proyectada una estructura muy singular.

Con objeto de minimizar la afección en el fondo del valle sobre el bosque mixto de Montabliz, se ha proyectado la sección transversal con tablero de pila única, ya que el impacto que supondría una doble estructura paralela resultaría excesivo, y la ejecución de doble pila conllevaría a ocupaciones de terreno muy superiores a la considerada. Se ha pretendido, en todo momento, la búsqueda de una imagen esbelta, evitando el exceso de solidez que resultaría un obstáculo para la transparencia del valle. El viaducto se resuelve mediante un tablero continuo de hormigón pretensado de 705 m de longitud, de rasante ascendente, planta curva de 700 m de radio y peralte del 8%, materializado mediante una sucesión de 5 vanos, de luz central 175 m, luces contiguas, 155 m y luces laterales de 110 m.



La sección transversal del tablero, de 26,1 m de anchura, está constituida por un cajón unicelular de almas inclinadas y canto variable de forma parabólica en todos los vanos; siendo éste, máximo en pilas, de valor 11,0 m, y mínimo en los centros de vano y en las zonas de canto constante, cercanas a estribos, de valor 4,3 m. Para completar la anchura total del tablero se disponen traviesas transversales, de 0,5 m de espesor, separadas cada 5,0 m aproximadamente, tanto en sendos voladizos e interior de la losa superior del cajón, con canto máximo de 1,1 m, como en la losa inferior, en las zonas donde su espesor es menor de 0,6 m, con canto constante de 0,6 m.

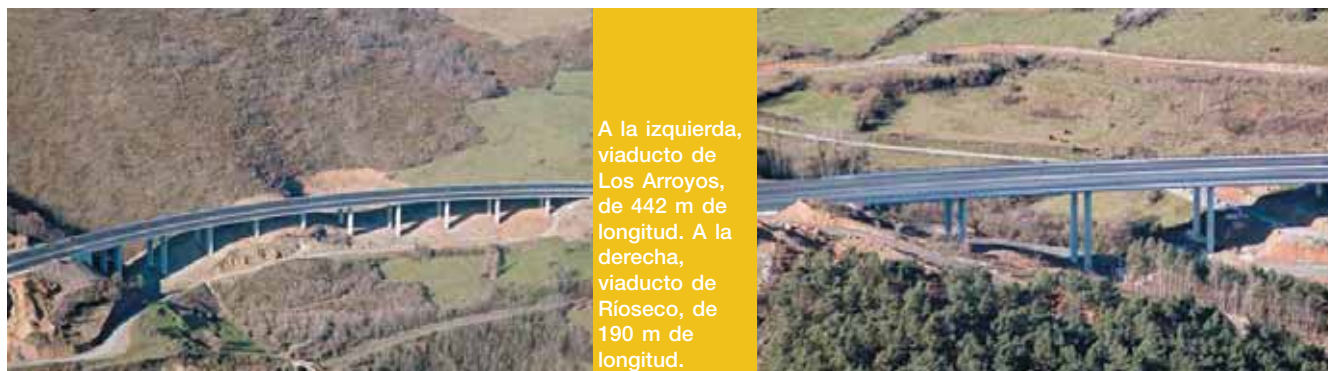
Las pilas se encuentran empotradas al tablero y están resueltas mediante secciones transversales de tipo rectangular huecas, de paredes delgadas y aristas redondeadas. En la parte superior, en donde la geometría se mantiene constante, el valor del ancho y del canto es de 7,1 y 6,7 m respectivamente.

Dichas zonas superiores tienen una altura de 28 m en las pilas centrales 2 y 3, y de 16 m en las pilas laterales 1 y 4. A partir de estas secciones, la anchura y su canto, se mantiene variable, aumentando las secciones de las bases en función de su altura, 1/40 transversalmente y 1/50 longitudinalmente, en las pilas 1 y 4 y 1/30 transversalmente y 1/40 longitudinalmente, en las pilas 2 y 3, siendo la altura del orden de 50-60 m en las pilas 1 y 4 y del orden de 115-130 m en las pilas 2 y 3. Con todo ello, los alzados, tanto transversales como longitudinales, tienen una directriz circular, variando el espesor de las paredes desde 0,6 m en la zona superior hasta 0,65 m en la base.

Dada la altura y las luces del viaducto se consideró necesario realizar un control de la respuesta estructural del viaducto, a cargo de la empresa Kinesia, tanto durante su construcción como durante su vida útil, bajo las sollicitaciones de viento y tráfico, mediante una instrumentación estática y dinámica con sensores controlados electrónicamente en tiempo real, a través de un sistema de adquisición de datos gobernado por ordenador, orientado a la caracterización de las acciones térmica y eólica.

La parte estática del sistema instrumental de medida registra periódicamente, mediante lectura automática (cada 15 minutos), el estado de la estructura, pudiéndose registrar manualmente las operaciones puntuales que se consideran necesarias (avance de carros, hormigonado de trepas y dovelas, etc.); o, en su caso, intensificar las lecturas automáticas cuando se hace una operación determinada e interesa registrar con detalle la evolución de una medida, como por ejemplo durante el hormigonado analizar la evolución térmica durante las primeras horas (fraguado del hormigón). Todos los registros quedan almacenados en una base de datos, la cual es accesible en tiempo real vía Internet, para su posterior utilización.

La parte estática del sistema instrumental de medida registra periódicamente, mediante lectura automática (cada 15 minutos), el estado de la estructura, pudiéndose registrar manualmente las operaciones puntuales que se consideran necesarias (avance de carros, hormigonado de trepas y dovelas, etc.); o, en su caso, intensificar las lecturas automáticas cuando se hace una operación determinada e interesa registrar con detalle la evolución de una medida, como por ejemplo durante el hormigonado analizar la evolución térmica durante las primeras horas (fraguado del hormigón). Todos los registros quedan almacenados en una base de datos, la cual es accesible en tiempo real vía Internet, para su posterior utilización.



A la izquierda, viaducto de Los Arroyos, de 442 m de longitud. A la derecha, viaducto de Río seco, de 190 m de longitud.

nas, la protección de los acuíferos y de los ríos Galerón y Bisueña, el control de la afección al sistema hidrológico, la construcción de balsas de dilución para evitar vertidos de sustancias contaminantes durante la explotación de la autovía, la construcción de un túnel artificial y el tratamiento ambiental de los vertederos.

Asimismo, merece la pena destacar las medidas de protección del patrimonio cultural llevadas a cabo durante la ejecución de las obras ya que, en coordinación con la Consejería de Cultura y de acuerdo con la Declaración de Impacto Ambiental, se

AUTOVÍA DE LA MESETA (A-67)		
Tramo	Longitud (km)	Estado
Variante Noreste Palencia	11,7	En servicio
Palencia-Fuentes de Valdepero	9,0	En servicio
Fuentes de Valdepero-Amusco	9,6	En servicio
Amusco-Frómista (S)	9,7	En servicio
Frómista (S)-Marcilla de Campos	10,3	En ejecución
Marcilla de Campos-Osorno	10,0	En ejecución
Osorno-Villaprovedo	10,6	En ejecución
Villaprovedo-Herrera Pisuergra	11,0	En ejecución
Herrera Pisuergra-Alar del Rey	10,8	En ejecución
Alar del Rey-Puebla S. Vicente	5,5	En ejecución
Puebla S. Vicente-Aguilar Campoo (S)	7,0	En servicio
Variante de Aguilar Campoo	7,9	En servicio
Aguilar Campoo (N)-Límite Provincial	8,7	En servicio
Límite Provincial-Reinosa	17,0	En servicio
Reinosa-Pesquera	8,7	En servicio
Pesquera-Molledo	11,9	En servicio
Molledo-Los Corrales del Buelna	10,7	En servicio
Los Corrales del Buelna-Torrelavega	12,7	En servicio
Torrelavega-Santander	25,0	En servicio

F
i
c
h
a
T
é
c
n
i
c
a

Titular:

Ministerio de Fomento.
Demarcación de Carreteras del
Estado en Cantabria.

Dirección de la obra:

D. Roberto Villegas Gómez, ICCP,
y D. Ángel LLano, ITOP.

Empresa constructora:

Ferrovial Agromán.

Jefe de obra:

D. José Miguel San Millán,
ICCP.

Jefes de producción:

D. Alberto de Lucio, ICCP, y D.
Enrique de las Cuevas, ICCP.

Asistencia técnica, control y vigilancia de las obras:

Torroja Ingeniería y Urbaconsult.
D. Celestino Fernández, ICCP, y D.
Ángel de la Colina, ICCP.

Asistencia técnica redacción de proyecto:

Apia XXI.
D. Marcos Pantaleón, ICCP; D.
Roberto Revilla, ICCP; Dña. Patricia
Olazábal, ICCP; D. Óscar Ramón
Ramos, ICCP; y D. Guillermo
Ortega, ICCP.

ha realizado una prospección arqueológica en el entorno de la ermita de Respalacios que ha dado como resultado el descubrimiento de una necrópolis medieval de tumbas de las que con 211 enterramientos datados entre los siglos VII y XII, así como los restos de una ermita posterior del siglo XVI. Se ha sustituido el muro de tierra armada allí proyectado por un muro verde diseñado de forma que se minimice la afección y se logre una mejor integración paisajística del yacimiento.

Por otro lado, en el despoblado de Casas del Río, situado junto al Viaducto de Montabliz, se ha efectuado la excavación de una de las construcciones. Por último, en el entorno de la boca sur del Túnel de Somacón se ha localizado el trazado de una calzada romana, posiblemente perteneciente a la vía Pisoraca – Iulobriga – Portus Blendium. Para evi-

tar su afección se ha deprimido ligeramente la rasante de la autovía, prolongando el túnel unos 60 m. ■

U
m
i
n
á
m
i
d
s
p
o
r
t
a
n
t
e
s

Excavación:

5 231 000 m³

Terraplén:

1 567 000 m³

Zahorra artificial:

75 448 m³

Mezclas bituminosas:

180 508 t

Hormigón:

234 720 m³

Acero corrugado:

25 935 000 kg

Acero activo:

2 200 000 kg

Pilotes:

9810 m

Plantaciones arbóreas y

arbusivas:

68 138 u

Hidrosiembras y siembras:

1 707 572 m²