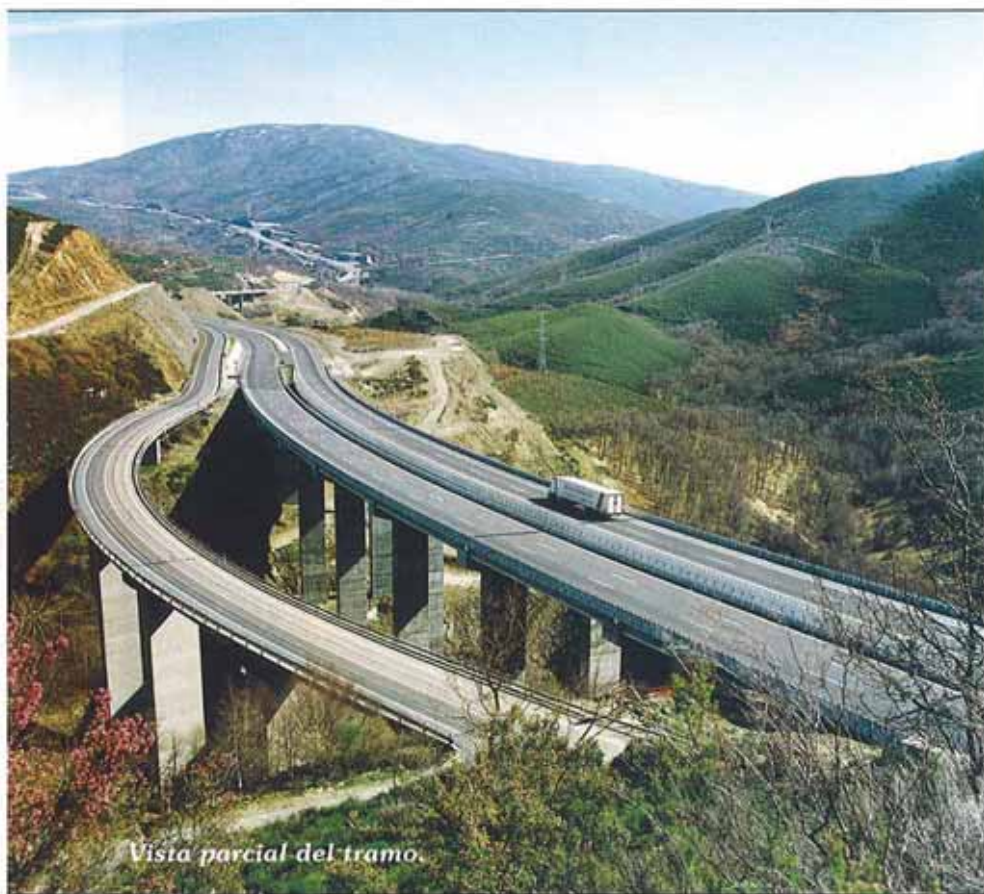




Vista parcial del tramo.

tilla y León y de Galicia a través del macizo montañoso que forman las Portillas del Padornelo y de La Canda, tradicionalmente conocidas como puntos de la red nacional con mayores problemas en lo referente a vialidad invernal. Los 20 primeros kilómetros del tramo discurren por Castilla y León (términos municipales de Requejo y Lubián) y el resto por Galicia (término municipal de la Mezquita).

Desde un punto de vista topográfico es destacable que, a excepción de 2 km en el entorno del cruce con el río Tuela, a mitad de camino entre Padornelo y La Canda, el tramo se sitúa por encima de la cota 1 000. La elevada pluviometría de la zona, superior a 1 200 litros por metro cuadrado y año, a menudo en forma de nieve, la presencia de heladas prácticamente diarias entre octubre y marzo y la existencia de fre-

## Abierto al tráfico el segundo túnel de La Canda de la autovía de las Rías Bajas

POR D. RICARDO CUESTA ESCUDERO, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS Y DIRECTOR DE LAS OBRAS, Y D. EDUARDO CIMADEVILA ISLA, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

**C**on la puesta en servicio, el pasado 14 de febrero, del segundo túnel de La Canda, concluyó la construcción de la autovía de las Rías Bajas, que enlaza la población de Benavente (Zamora) con Vigo. Con una longitud cercana a los 320 km, la autovía aumenta la capacidad de la N-525 entre Benavente y Orense y la N-120, entre Orense y

---

***El túnel pertenece al tramo Requejo-Villavieja, abierto parcialmente al tráfico en diciembre de 1998***

---

Vigo, convirtiéndose en el eje viario fundamental entre el centro de la Península y el Sur de Galicia, a la vez que mejora el acceso al Norte de Portugal desde el resto de Europa.

El citado túnel pertenece al tramo Requejo-Villavieja, abierto parcialmente al tráfico con una sola calzada en diciembre de 1998.

El tramo, de 25,5 km, conecta las comunidades de Cas-

cuentas nieblas, unidas a la propia dificultad de la obra, han condicionado el ritmo de los trabajos, lo que se ha traducido en una prolongación de la duración de la obra en varios meses respecto al plazo inicial.

### ***Trazado***

A pesar de las dificultades orográficas, se ha conseguido

un trazado de calidad, con radios mínimos en planta de 700 m y rasantes máximas de 5%, con velocidad específica de proyecto de 120 km/h. Como excepción, en dos puntos en que la autovía utiliza como una de sus calzadas la N-525 existente, la pendiente ha superado esa cifra.

El trazado comienza en el p.k. 91,7 de la autovía, junto a la localidad de Requejo de Sanabria, donde enlaza con el tramo Mombuey-Requejo, inaugurado con anterioridad. Entre el origen y el túnel de Padornelo (p.k. 98,0) se asciende la Portilla del mismo nombre, con una rasante máxima del 5%, alternando terraplenes con desmontes.

Una vez salvada la divisoria por los túneles de Padornelo, se desciende hacia el río Tuela (p.k. 107,5), utilizando en parte la actual N-525 como calzada izquierda, presentándose en este tramo una inclinación máxima del 5,7%.

Entre el río Tuela y La Canda (p.k. 11,5) el trazado vuelve a ascender utilizando parcialmente la N-525 como una de las calzadas, con una pendiente máxima de 6,1%.

Tras el cruce en túnel de la Portilla de La Canda, línea divisoria entre Castilla y León y Galicia, se desciende hacia la localidad de Villavieja con una pendiente máxima del 4,5%.

La actual N-525 se mantiene, al igual que en todo el itinerario Benavente-Vigo, como vía de servicio, si bien entre las localidades de Padornelo (p.k. 102,0) y Chanos (p.k. 108,0), la continuidad se consigue por la antigua carretera, ya que la actual se aprovecha, adecuadamente adaptada, como una de las calzadas de la autovía.

La conexión con el viario local se desarrolla mediante 6 enlaces, uno completo en Lubián y 5 semienlaces en Padornelo y Aciberos, así como en Villavieja



*Enlace de Villavieja oeste.*

ja Este y Oeste, que se complementan entre sí, además del de Chanos, que permite únicamente los movimientos hacia y desde Benavente. También se ha construido un ramal que completa el enlace de Requejo.

### Sección transversal

La plataforma normal de la autovía está constituida por dos calzadas de dos carriles de 3,50 m cada una con arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,00 m. La mediana, de 12,00 m entre bandas blancas, se reduce a 11,00 m a partir del túnel de Padornelo

para adaptarla a la existente en los tramos gallegos de la autovía.

Con objeto de mantener un nivel de servicio uniforme en el tramo y ante la gran longitud de rampas con valores del 5% o superiores, ha sido necesario construir un tercer carril por el interior de la plataforma, quedando reducida la mediana a 8,50 m ó 7,50 m según los casos. Esta circunstancia se da en 10 km en la calzada derecha y 12 km en la calzada izquierda, lo que supone un 43 % del total. Todos los viaductos y túneles están preparados para recibir este tercer carril en ambas calzadas.

## Firmes

La sección de firme adoptada para las calzadas del tronco de la autovía se compone de 6 cm de rodadura con mezcla bituminosa D-20 sobre 6 cm de capa intermedia con aglomerado S-20, 10 cm de base de alto módulo (BAM) y 20 cm de suelocemento.

Este firme corresponde a la sección 123, relativa a una categoría T-1 sobre explanada E-2, con la única diferencia de que el espesor de la base se ha reducido 3 cm gracias al empleo de la BAM.

En los arcnos exteriores se han colocado 6 cm de mezcla bituminosa D-20 sobre 20 cm de zahorra artificial y 16 cm de suelocemento.

## Drenaje

El drenaje transversal se ha resuelto construyendo 101 obras de fábrica, de las cuales 8 son pontones, 12 alcantariillas, 21 caños de 2,00 m de diámetro, 44 de 1,80 m y 13 de diámetro inferior.

El drenaje longitudinal se ha resuelto con los elementos habituales: cunetas, drenes, arquetas, bordillos y bajantes.

## Estructuras

En el tramo se localizan los siguientes viaductos:

*Viaducto de Requejo*: dos tableros de 194 m de cada uno.

*Viaducto de los Tornos*: dos tableros de 344 m cada uno.

*Viaducto del río Tuela*: un tablero de 403 m, puesto que se aprovecha el existente para la calzada izquierda.

*Viaducto de Briallo*: dos tableros de 500 m cada uno.

*Viaducto de Hedradas*: dos tableros de 251 m y 274 m.



Vista aérea del viaducto sobre el río Tuela.

*Viaducto de Villavieja*: dos tableros de 266 m cada uno.

Las luces están comprendidas entre 32 m y 43 m, siendo la altura máxima de pilas de 60 m.

Los tableros de los viaductos de Requejo y Hedradas están formados por vigas prefabricadas. El resto son losas postesadas construidas mediante cimbras autoportantes. En total se han construido más de 46 000 m<sup>2</sup> de tablero en viaductos.

Además, se han realizado 7 pasos superiores de losas postesadas, 4 pasos inferiores de vigas o losa, 10 pasos inferiores de elementos prefabricados y una pasarela de peatones.

## Túneles

Para salvar las Portillas de Padornelo y de la Canda, se han construido dos túneles unidireccionales en cada una, con una longitud total de 2 689 m, prolongados por falsos túneles ejecutados a cielo abierto con una cubierta artificial, colocada con posterioridad, que ha in-

crementado su longitud en 347 m. La longitud desglosada de cada túnel, es la siguiente:

*Túneles de Padornelo*: 869 m (calzada izquierda) y 870 m (calzada derecha).

*Túneles de La Canda*: 636 m (calzada izquierda) y 661 m (calzada derecha).

Las características geométricas de los túneles son las siguientes:

- Sección de excavación: 120 m<sup>2</sup>.

- Sección libre: 90 a 95 m<sup>2</sup> según peralte.

- Sección tipo: 3 carriles de 3,50 m con arcnos de 0,75 m y aceras de 0,75 m.

- Gálibo libre: 4,75 m sobre calzada y 4,50 m sobre arcén.

Los materiales atravesados por los **Túneles de Padornelo** son rocas graníticas conocidas con los nombres técnicos de "granitos biotíticos" (de color oscuro), y "granito de Calabor" (de color claro), que se presentaron de forma discontinua, a modo de masas irregulares, dique, filones, etc., con contactos netos o graduales y, a menudo, separados por

fallas. Aparte de los granitos, en el túnel izquierdo aparecieron, junto a la boca Este, terrenos morrénicos de bloques sueltos, de origen glaciario, muy característicos de la comarca de Sanabria.

La ejecución de estos túneles se realizó de acuerdo con el nuevo método austriaco (N.M.A.) con voladuras, salvo en zonas puntuales de rocas muy rotas y alteradas, en cruces de fallas, etc., donde se realizó un arranque mecánico o mixto que incluía el eventual taqueo con explosivos de fragmentos resistentes que quedaban englobados entre rocas alteradas. La excavación se realizó en dos fases, avance y destroza, no comenzando la destroza hasta haber calado el túnel en avance.

En general, el sostenimiento se ha realizado con hormigón proyectado reforzado con fibra metálica, bulones de 4 m y cerchas TH, si bien en algunas secciones se recurrió a sostenimientos especiales.

Para acortar plazos, la excavación se realizó con frentes de ataque abiertos desde cada boca, consiguiéndose unos rendimientos medios por día activo en el avance de 3,30 m (túnel calzada izquierda) y 3,16 m (túnel calzada derecha), y de 7,32 m y 8,12 m en la destroza. La longitud de pase medio por pega en el avance ascendió a 2,14 m y 2,05 m, respectivamente.

El seguimiento y control de la excavación de los túneles ha sido continuo. Tras cada pase

se ha realizado un levantamiento geotécnico de los frentes de ataque con valoración de la calidad de la roca según los índices RMR, que ha servido de base para la definición continua del sostenimiento a emplear.

Los valores máximos y mínimos de RMR han sido 60 y 18, si bien el 70% de los túneles han presentado índices RMR comprendidos entre 20 y 40.

El ámbito geológico en el que se localizan los **Túneles de La Canda** es aún más complejo que el comentado para los túneles de Padornelo; y sus dificultades de construcción estuvieron condicionadas por fenómenos de fracturación, alteración e inestabilidad de las rocas excavadas, más frecuentes y de mayor importancia que en aquellos.

Los materiales atravesados incluyeron series finamente estratificadas de pizarras, pizarras areniscosas y cuarcitas en el sector Este; una zona también pizarrosa (pero alterada y fuertemente fracturada) en el sector central, y un tramo heterogéneo en la zona Oeste, donde se encontraron granitos y pizarras, interestratificados o en masas irregulares, a menudo con fuertes plegamientos o separados por fallas.

La ejecución del túnel 1 (calzada izquierda) se realizó con un solo ataque en avance de Oeste a Este, mientras que el túnel 2 (calzada derecha), excavada con posterioridad, se realizó con doble frente de ataque, con tajos abiertos en cada una de las bocas, del mismo modo en que se realizaron cada una de las destrozas.

Como en el caso de los túneles de Padornelo las fases de avance y destroza fueron independientes, finalizándose todos los avances en la media sección superior antes del inicio de las destrozas.

---

**Tras cada pase se ha realizado un levantamiento geotécnico de los frentes de ataque con valoración de la calidad de la roca según los índices RMR**

---



Túneles de Padornelo.



Túneles de la Canda.

La excavación incluyó el barrenado y voladura en aproximadamente el 75% de los túneles (65% en el túnel 1 y 85% en el túnel 2), realizándose una excavación mecánica en el resto, con numerosos pases, donde fue necesario realizar también voladuras parciales (voladuras modificadas) o taqueos.

Los rendimientos medios en el avance fueron de 2,81 y 3,66 m/día activo y en la destroza de 3,17 y 6,08 m/día activo, siendo notablemente mejor las cifras del túnel 2, ejecutado con posterioridad al primero. El paso medio por pega en avance fue de 1,51 y 1,86 m, respectivamente.

Los valores máximos y mínimos del índice RMR han sido de 58 y 16, respectivamente, siendo los más comunes los comprendidos entre 20 y 25.

La impermeabilización de los cuatro túneles se ha realizado mediante la colocación en todo el perímetro del sostenimiento de un sistema bicapa, compuesto de una lámina de geotextil de protección, en contacto con el sostenimiento, sobre la que se coloca la lámi-

na de impermeabilización propiamente dicha.

Las aguas de filtración recogidas por el sistema de láminas son derivadas a dos tuberías dren colocadas en los laterales

### Unidades más importantes

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Movimiento de tierras                | 15 300 000 m <sup>3</sup> |
| Saneos                               | 985 000 m <sup>3</sup>    |
| Suelocemento                         | 134 000 m <sup>3</sup>    |
| Mezclas bituminosas                  | 316 000 t                 |
| Hormigón en viaductos y puentes      | 74 000 m <sup>3</sup>     |
| Acero para postesado                 | 688 000 kg                |
| Acero en armaduras                   | 7 850 000 kg              |
| Tablero en viaducto y puentes        | 56 000 m <sup>2</sup>     |
| Longitud de túneles                  | 3 436 m                   |
| Excavación en túneles                | 336 000 m <sup>3</sup>    |
| Hormigón proyectado en túneles       | 49 000 m <sup>3</sup>     |
| Hormigón de revestimiento en túneles | 54 000 m <sup>3</sup>     |

de la excavación, desde donde son conducidas a intervalos regulares de 50 m al sistema de drenaje principal. El montaje de estos elementos se realizó por claveteado al sostenimiento en el caso de geotextil y por termosoldadura para fijación y empalme de los elementos de lámina.

El revestimiento se ejecutó con hormigón en masa de resistencia característica 250 kp/cm<sup>2</sup> con el que además de mejorar la durabilidad se consigue por regularidad un óptimo diseño y funcionamiento de los equipos de iluminación y ventilación.

El hormigonado de la corona y hastiales se realizó con encofrados vibradores y carros portaencofrados dispuestos sobre rail, utilizándose dos módulos de 6 m por tajo y boca, con un rendimiento unitario en todos los casos muy próximo a 10 m por día activo. El espesor teórico del revestimiento fue

### Ficha Técnica

#### Administración Contratante

Ministerio de Fomento.

Dirección General de Carreteras.

Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental.

#### Dirección de la obra

D. Ricardo Cuesta Escudero (I.C.C.P.) y D. Luis Cuesta Collantes. (I.T.O.P.).

#### Empresa Constructora

Padorcan U.T.E. (Necso-ACS).

#### Gerente

D. José Luis Aldecoa Prellezo. (I.C.C.P.).

#### Jefe de Obra

D. Ignacio Eizaguirre Charle. (I.C.C.P.).

#### Asistencia técnica

INTGEO U.T.E. (Intecsa-Geocisa).

D. Eduardo Cimadevila Isla. (I.C.C.P.).

D. Manuel Montuenga Bartolomé (I.C.C.P.).

## Autovías del Estado

de 40 cm, si bien la irregularidad de la excavación ha originado una cierta dispersión en los espesores reales.

Como modificación singular en lo que se refiere al revestimiento, cabe decir que en la zona más conflictiva del túnel izquierdo de La Canda, se realizó un tramo de 210 m de longitud de hormigón armado, con la intención de asegurar su estabilidad para las cargas adicionales que se producirían con la excavación del túnel que se ejecutó con posterioridad, en el que también se necesitó armar el hormigón en el tramo con peor calidad de roca.

Los cuatro túneles cuentan con iluminación interior a base de luminarias de 150 y 400 W V.S.A.P. y sistema electrónico de regulación.

La ventilación es longitudi-

nal con ventiladores reversibles en número variable en cada túnel de acuerdo con sus características.

Se ha dispuesto, además, las siguientes instalaciones en materia de seguridad y señalización:

- Detectores de CO y CO<sub>2</sub>
- Detectores de NO<sub>x</sub>
- Detectores de humos.
- Opacímetros.
- Catavientos.
- Anemómetros.
- Protección contra incendios.
- Aforadores de tráfico.
- Controles de gálibo.
- Circuito cerrado de TV.
- Señalización variable.

Todo ello dirigido desde un centro de control situado en la salida Oeste del túnel de Padornelo, conectado con los cuatro túneles por fibra óptica.

## Conclusión

Las obras, a cargo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental, han llevado a cabo las medidas correctoras del impacto ambiental impuestas por la D.I.A., hoy en fase de terminación.

El Contratista de las obras ha sido la U.T.E. PADORNEL, formada por NECSO y ACS, siendo realizada la Asistencia Técnica por la U.T.E. INTGEO formada por INTECSA y GEOCISA. Asimismo, han colaborado en la resolución de diferentes problemas acaecidos durante las obras el Servicio de Tecnología de la Dirección General de Carreteras y el CEDEX. ■

ITALIA:  
Telf.: +39 0322 24 12 46  
Fax: +39 0322 24 12 47  
E-mail: pratisrl@tin.it



ESPAÑA:  
Telf. +34 934 879 533  
Fax: +34 934 875 960



**Empresa Ing. PRATI SRL (Italia)**  
**Especialistas en Tunnel Waterproofing**

Túnel de La Canda