

Cantabria: la construcción de la autovía. Temas de interés específico y actuaciones destacadas

Fernando Saldaña Martín y Ángel de la Colina Gutiérrez

DESCRIPTORES

GEOLOGÍA
GEOTECNIA
EXPLANACIONES
AFIRMADO
ESTRUCTURAS Y TÚNELES
ACTUACIONES AMBIENTALES
COSTES ECONÓMICOS

Características geológicas y geotécnicas

La zona atravesada por la autovía del Cantábrico dentro de la provincia de Cantabria se sitúa geológicamente dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, limitada por los macizos paleozoicos pirenaico y asturiano, ubicados al este y al oeste, respectivamente.

La mayor parte de los materiales atravesados por la autovía corresponden a niveles mesozoicos y terciarios, de génesis sedimentaria, que están cubiertos parcialmente por otros cuaternarios de diversa naturaleza. Las formaciones geológicas más destacadas en orden cronológico ascendente son las siguientes:

- Facies Keuper, perteneciente al Triásico Superior, constituida por arcillas abigarradas con presencia de bloques dolomíticos pertenecientes al Jurásico, siendo la facies en muchos puntos fundamentalmente yesífera.
- Jurásico marino, constituido por calizas.
- Facies Weald, perteneciente al Cretácico Inferior, constituida por un conjunto de areniscas micáceas y limolitas de tonos rojizos.
- Complejo Urgoniano, perteneciente al Aptiense, en el que las calizas masivas constituyen la principal unidad, destacando asimismo otras formaciones de calizas nodulosas margosas, calizas arcillosas y calizas arenosas y areniscas.
- Complejo Supraurgoniano, perteneciente al Albiense, constituido por un conjunto calcáreo, en el que también existen niveles margosos.
- Cenomaniense a Turoniense, pertenecientes al Cretácico Superior, constituido por areniscas con intercalaciones de arcillas limolíticas, margas hojosas con intercalaciones de calizas arcillosas, y calizas y margas con intercalaciones de arenas y areniscas.

- Formaciones del Eoceno constituidas por calizas y dolomías compactas, y margas grises compactas.
- Cuaternario, con diferentes tipos de depósitos, en los que destacan los materiales aluviales de los fondos de los valles, las terrazas fluviales, los materiales coluviales ubicados en algunas laderas, los depósitos de marisma, las arcillas de descalcificación que rellenan depresiones de origen kárstico y los rellenos antrópicos, de naturaleza variable.

Las rocas calizas urgonianas y jurásicas presentan un relieve más abrupto, con menor desarrollo de suelos y una morfología kárstica, destacando la Hoya Candina, el polje del valle de Liendo (Fig. 1), Tarrueza y Jesús del Monte. En estas zonas la red de drenaje es de tipo endorreico, infiltrándose a favor de lapiaces y dolinas o en sumideros, tras cortos recorridos superficiales. En las zonas con litología más detrítica (margas, areniscas, limolitas) resulta un relieve menos abrupto, de tipo alomado con pendientes suaves y medias, y red de drenaje marcada, sobre el que desarrollan suelos residuales y coluviales en los que, en laderas de pendiente más fuerte, pueden dar lugar a fenómenos de inestabilidad superficial, zonas de reptación o deslizamientos. Las zonas donde aparece el Keuper diapírico presentan también un relieve suave. Por último, las zonas cubiertas por depósitos de marisma, aluvial o rellenos antrópicos, se encuentran en disposición prácticamente llana. Dentro de estas últimas destacan las desembocaduras de los ríos Agüera, Asón y Deva, cruzadas por la autovía con espesores importantes de depósitos de marisma constituidos fundamentalmente por arcillas, limos y fangos. Asimismo, en el entorno de la bahía de Santander son de destacar los suelos de marisma que aparecen en Heras, Astillero, Maliaño y Raos, y los rellenos antrópicos formados por las balsas de decantación de fangos de lavado de mineral en el enlace de San Salvador.



Fig. 1. Desmontes en calizas masivas del Aptiense que delimitan el poljé de Liendo.



Fig. 2. Muro anclado junto al depósito de agua de Castro Urdiales.

Explanaciones

Los desmontes de la autovía se han excavado en las formaciones geológicas antes citadas, muy diferentes desde el punto de vista geotécnico, siendo clasificables como suelos, unidades de comportamiento intermedio entre roca y suelo, denominadas unidades de transición, y rocas. Presentan condiciones de estabilidad muy diferentes, adoptándose inclinaciones variables según los casos. En algunos tramos ha sido necesario en fase de obra el tendido de los taludes de desmonte proyectados, al encontrar en la realidad un terreno con peores condiciones que las inicialmente supuestas. El volumen de excavación ha sido de 24 millones de metros cúbicos en el sector oriental de la autovía entre el límite de provincia de Vizcaya y Santander, de 67 kilómetros de longitud. Para el sector

occidental, entre Torrelavega y el límite de provincia de Asturias, de 47 kilómetros de longitud, el volumen excavado ha alcanzado los 22 millones de metros cúbicos.

Se han empleado numerosos sistemas de tratamiento de laderas y taludes inestables en desmonte, entre los que destacan anclajes activos y pasivos, muros de hormigón convencionales y anclados (Fig. 2), muros de escollera de pie de talud, pantallas de micropilotes y de carriles, mallas y redes metálicas y estabilización y revestimiento con hormigón proyectado.

En cuanto a los rellenos de la autovía, los materiales que los componen, procedentes de las excavaciones, se pueden agrupar en tres tipos: suelos, rellenos tipo todo-uno y pedraplenes. En los rellenos de los dos primeros tipos se ha utiliza-



do una inclinación de taludes de 3(H):2(V) y 2(H):1(V). En zonas en que ha sido necesario incrementar dicha pendiente se han utilizado materiales de pedraplén.

Los volúmenes de rellenos realizados en la construcción de la autovía han sido de 16 millones de metros cúbicos en el sector oriental, y de 15 millones de metros cúbicos en el sector occidental.

En ocasiones los rellenos discurren sobre suelos blandos en los que han sido necesarios tratamientos de consolidación, entre los que destacan la cimentación de terraplenes a partir de la disposición de columnas de grava mediante el procedimiento de vibrosustitución en el enlace de Sierrapando (suelos blandos con capas de turba) y la ría de Tina Mayor (suelos de marisma), o la utilización de geodrenes verticales y precarga, o compactación dinámica, en los tramos de autovía que rodean la bahía de Santander.

Dentro del primero de los procedimientos, en la marisma de Tina Mayor, bajo el enlace de Unquera, se ha mejorado la cimentación mediante la construcción de columnas de grava en el emplazamiento del terraplén principal, de 14 metros de altura, y mediante precarga en la cimentación de los ramales. En esta zona se han identificado suelos blandos, sobre las gravas y arenas que constituyen la mayor parte del relleno de la marisma. Se ha realizado un total de casi 46.000 metros lineales de columnas de grava.

Merece también la pena destacarse el tramo Astillero-Heras, donde fue necesario realizar algunos terraplenes de hasta ocho metros y estructuras, sobre unos suelos de marisma formados por arcillas de consistencia blanda y un espesor de hasta 11 metros. Para resolver el problema de asentos y estabilidad a corto plazo se decidió utilizar geodrenes verticales, imponiendo como condición que los asentos residuales máximos no superaran los cinco centímetros.

En el caso más complicado fue necesaria la construcción de una primera capa drenante sobre los depósitos de marisma, la realización de geodrenes verticales en malla de 1,75 metros, y la construcción del relleno en cinco etapas con bermas estabilizadoras de seis metros de anchura y dos a tres metros de altura. Los asentos máximos producidos durante la construcción de estos terraplenes superaron ligeramente el metro.

Afirmado

La sección de firme en los primeros tramos realizados (límite de provincia-Castro Urdiales y variante de Colindres) se construyó con subbase de suelo-cemento, base de grava-cemento, y capas intermedia y de rodadura de mezcla bituminosa en caliente. Los siguientes tramos ya se construyeron con subbase de zahorra artificial, y con capas de base, intermedia y de rodadura de mezcla bituminosa en caliente, siendo esta última de tipo drenante. Posteriormente se ha homogeneizado la capa de rodadura en toda la autovía con el extendido de aglomerado drenante en aquellos tramos que carecían de él.

Esta utilización de mezclas bituminosas drenantes en capas de rodadura permite mejorar la seguridad y comodidad de la circulación de los vehículos en situaciones de lluvia. Los primeros tramos experimentales realizados en España con es-

te tipo de firme se realizaron precisamente en Cantabria en 1980 en la carretera N-634, entre Solares y Sarón, generalizándose su uso desde finales de la década de los ochenta, en que se utilizó en las rondas de Torrelavega y en el tramo Parayas-Astillero de la autovía del Cantábrico.

Estructuras y túneles

Entre El Haya y Unquera, límites por el este y el oeste de la autovía del Cantábrico a su paso por Cantabria, las estructuras existentes son muy variadas en cuanto a su tipología, materiales, cimentaciones y procesos constructivos, adaptándose las mismas a diversos condicionantes, tanto de la topografía y del paisaje, como geológico-geotécnicos y económicos, aunque dentro de una directriz común marcada por la Demarcación de Carreteras.

La importancia de las estructuras viene condicionada fundamentalmente por el trazado este-oeste de la autovía, que va cortando la red fluvial que recorre la región con sentido sur-norte hasta desembocar en el mar Cantábrico. De este modo las estructuras son más importantes cuando la autovía más se acerca a la zona costera, destacando especialmente las construidas sobre las rías de Oriñón (río Agüera), Treto (río Asón), Solía, San Vicente de la Barquera (río Escudo), Tina Menor (río Nansa) y Tina Mayor (río Deva), o más al interior, las que salvan, entre otros, los ríos Campiázo, Aguanaz, Miera, Besaya, Saja, y Cedeja.

Se han construido únicamente dos túneles excavados en mina, Islares y Torrelavega. A éstos hay que añadir los falsos túneles de Astillero, Maliaño, Caviedes y dos pasos de fauna en Monte Corona.

Estructuras

La importancia de las estructuras en la construcción de la autovía del Cantábrico es notable, tanto por su número, cercano a las doscientas, como por el entorno en que se sitúan. Esto ha hecho que desde el principio sea un capítulo especialmente cuidado, tratando de seleccionar la tipología más adecuada a la resolución de los problemas que se plantean.

Por materiales empleados hay un predominio del hormigón armado y postensado. Únicamente se han construido cuatro estructuras metálicas: tres arcos y un cajón con celosía.

Las cimentaciones utilizadas han sido de tipologías muy diversas, pues como se ha visto en el apartado de geología y geotecnia, la autovía se apoya desde terrenos de marisma y suelos blandos, a zonas de rocas muy competentes, pasando por toda la gradación y problemática. Se han empleado cimentaciones directas, cimentaciones profundas a base de pilotes perforados in situ, cimentaciones con micropilotes, jet-grouting e inyecciones.

Las mayores dificultades de cimentación han tenido lugar en terrenos cársticos formados por potentes agujas calizas de desarrollo vertical con rellenos de arcilla y presencia de cuevas.

La estructura de mayor longitud es el viaducto sobre el río Agüera en la ría de Oriñón, con 521,6 metros, cuyo vano mayor tiene una luz de 140 metros, habiéndose construido el tablero de sección cajón por avance en voladizo.

Hemos clasificado las estructuras en los grupos que se indican a continuación:

- Pasos sobre la autovía.
- Pasos bajo la autovía.
- Grandes estructuras:
 - Vigas.
 - Losas.
 - Arcos.
 - Voladizos sucesivos.
 - Puentes singulares.

Pasos sobre la autovía

Los pasos sobre la autovía son las estructuras más vistas por los usuarios y las que inducen a la apreciación de una mayor calidad de las estructuras viarias. La mayoría de ellos corresponden a enlaces de la autovía.

En los pasos superiores, precisamente por ser las estructuras más vistas desde la autovía, aunque su número es elevado (57 en total), el condicionante económico ha tenido menor peso frente a la integración en el medio natural, la funcionalidad y la obtención de una estética adecuada, siendo la directriz marcada por la Demarcación de Carreteras la utilización de losas continuas postesadas.

Se observa a lo largo de los años de construcción de la autovía del Cantábrico una evolución en los métodos de diseño y los procesos constructivos de los pasos superiores, desde los primeros construidos a finales de la década de los ochenta mediante losas continuas postesadas de planta recta de dos vanos con pila central en la mediana, hasta los últimos proyectados a finales de los noventa, en los que hay que destacar los pórticos en forma de letra griega "pi" (Fig. 3) y las glorietas elevadas construidas con losas de un vano de 43 metros de luz de alma central recta de canto 1,50 metros y voladizos disimétricos.

Pasos bajo la autovía

Estas estructuras permiten fundamentalmente el paso de carreteras y caminos bajo la autovía. Se han utilizado diversas tipologías, desde marcos o pórticos "in situ" hasta bóvedas prefabricadas; estas últimas de mayor sencillez y rapidez de construcción.



Fig. 3. Paso superior con pórtico en forma de letra griega "pi".

Grandes estructuras

En este apartado incluimos las estructuras de vigas, losas, arcos, voladizos sucesivos y puentes singulares. Hay que constatar que cada estructura es en sí misma un puente singular, por su tipología, cimentación, luces, ubicación, proceso constructivo, etc.

Puentes de vigas

Los puentes de tableros de vigas prefabricadas se han empleado en numerosas ocasiones, aunque básicamente en zonas en que son poco visibles. Se ha tenido un cuidado especial en los detalles constructivos, tanto en el número de vanos para que la entrega contra el terreno sea adecuada, como en el número, disposición y forma de las pilas para evitar el efecto bosque, y en el diseño de los capiteles, entre otros detalles. En cuanto al tablero, se ha tendido cada vez más al empleo de vigas artesas en detrimento de las vigas de doble T, para mejorar el aspecto estético de estos puentes.

A continuación se citan las estructuras de vigas más destacadas.

El viaducto de Saltacaballo es una estructura doble de 197 metros de longitud y seis vanos (Fig. 4). Cada tablero está formado por una losa sobre vigas prefabricadas pretensadas, que se apoyan sobre cargaderos unidos a una única pila circular. Las dificultades fundamentales de su construcción fueron su ubicación en una zona de relieve abrupto y la realización de las obras con la interferencia de un tráfico muy intenso, especialmente de vehículos pesados.

En el tramo Castro Urdiales-Colindres se han construido tres grandes viaductos dobles de vigas prefabricadas, el primero entre el túnel de Hoz y la ría de Orión, de 175 metros de longitud, y los otros dos en el borde del valle de Liendo, de 225 y 140 metros. Los tableros están formados por vigas artesas prefabricadas de 35 metros de longitud. Las pilas, de hasta 34 metros de altura, están formadas por fustes y dinteles también prefabricados.

El viaducto sobre el río Campiázo en las proximidades de Beranga tiene 210 metros de longitud y consta de siete vanos de 30 metros, con un tablero de vigas prefabricadas.

El paso sobre el río Aguanaz en las proximidades de Hoznayo tiene 80 metros de longitud y consta de tres vanos de 25 + 30 + 25, con un tablero de vigas prefabricadas.



Fig. 4. Viaducto de Saltacaballo.



El viaducto del río Cubón tiene una longitud 232 metros dividida en ocho vanos. El tablero de cada calzada está formado por una losa sobre tres vigas artesas de 29 metros de longitud.

El cruce de la ría de Solía se resuelve mediante un viaducto doble de cinco vanos con un tablero de vigas prefabricadas. La cimentación se realiza con pilotes, al discurrir sobre marisma.

El cruce de la autovía sobre el río Saja, junto a su confluencia con el río Besaya, se realiza con una estructura de 125 metros de longitud y cuatro vanos. La cimentación se realiza con pilotes.

El viaducto de Caranceja (Fig. 5), situado sobre el arroyo del Pernal de Agüera, se construye para minimizar la afectación a un robledal existente. Tiene una longitud de 215 metros y seis vanos, estando el tablero formado por vigas artesas de 36 metros de longitud media y 1,90 metros de canto. El tablero es único de 28,80 metros de ancho.

El cruce del río Saja en Cabezón de la Sal se resuelve mediante una estructura doble de 96 metros de longitud en tres vanos, el central de 40 metros. El tablero único de 35,80 metros de ancho está formado por cinco vigas artesas de dos metros de canto apoyada cada una en una pila cimentada sobre pilotes.



Fig. 5. Viaducto de Caranceja.

El cruce sobre el río Gandarilla se realiza mediante una estructura doble de 84 metros de longitud con tres vanos de 28 metros.

El viaducto sobre la ría de Tina Mayor, en la unión de Cantabria y Asturias, tiene 120 metros de longitud y se ha construido con vigas prefabricadas. La cimentación se ha realizado con pilotes de 43 metros de longitud.

Puentes losa

Dentro de la tipología de puentes losas es de destacar el conjunto de los tres puentes de cinco vanos de 198 metros de longitud que salvan la antigua N-611, el ferrocarril y el río Saja-Besaya en Torrelavega, construidos con losas aligeradas de canto constante de 1,80 metros. La ejecución de los tableros ha sido con cimbra fija. Las pilas tienen 1,80 metros de diámetro y se cimentan sobre pilotes de dos metros.

El paso sobre la carretera N-634, sobre la vía del ferrocarril de FEVE y sobre los dos puentes existentes de acceso a Ganzo, situado en la localidad de Torres, se resuelve mediante un viaducto de 320 metros de longitud en seis vanos de diferentes luces ($42 + 62 + 60 + 56 + 59 + 41$) para adaptarse a los condicionantes que suponen las infraestructuras mencionadas (Fig. 6). La cimentación ha sido muy complicada, tanto por las características geotécnicas, al tratarse de un terreno kárstico y afectar en parte a un dique de contención de lodos mineros, como por la necesidad de mantener el tráfico ferroviario y de la carretera N-634. En la cimentación de la estructura se ha utilizado desde cimentación directa hasta pilotes y micropilotes. La pila es única para cada calzada, con sección elíptica, y acaba en un capitel longitudinal incorporado al tablero. El tablero está formado por dos losas de sección circular con un canto máximo de 1,80 metros, que posteriormente se unen por una losa plana de 0,25 metros para formar un tablero único de 30,80 metros de ancho.



Fig. 6. Viaducto de Torres y puente viejo de acceso a Ganzo.

El viaducto de Roiz tiene una longitud de 192 metros, distribuida en seis vanos, estando el tablero formado por una losa aligerada binervada de hormigón postensado de 1,60 metros de canto, que se apoya sobre doble pila de forma elíptica.

En la carretera de acceso a San Vicente de la Barquera se han construido dos viaductos sobre entrantes de la ría, de 140 y 70 metros de longitud.

Puentes con arcos

Para la reposición del acceso a la localidad de El Bosque en las proximidades de Solares se ha realizado un paso superior de 79,20 metros de longitud constituido por un tablero de 10,30 metros de anchura, formado por dos vigas artesas apoyadas a través de pilas en dos arcos construidos con elementos prefabricados de hormigón, con una luz de 40 metros y una flecha de 15 metros.

En el cruce sobre la autovía Santander-Torrelavega, se ha querido resaltar la entrada a la ciudad de Torrelavega con una estructura singular. Al discurrir sobre la autovía A-67, y para minimizar cualquier interferencia con ella, se optó por una solución de arco superior asimétrico y tablero de acero



Fig. 7. Viaducto sobre el río Saja de acceso a Ganzo.

laminado, siendo el resto de la estructura de hormigón, con una longitud entre ejes de apoyos de los estribos de 53 metros y una anchura de 18 metros. Los aspectos más relevantes de su diseño, análisis y construcción pueden verse en el número 3.411 de la "Revista de Obras Públicas".

El cruce del ramal de acceso a Ganzo sobre el río Saja desde el enlace de Torres, se ha resuelto mediante el empleo de un arco metálico de geometría parabólica con tablero superior (Fig. 7). El puente tiene una longitud de 84 metros en siete vanos de 12 metros. El arco tiene una cuerda de 55,70 metros y una flecha de 9,50 metros con sección cajón de 2,80 metros de ancho y un canto entre 1,50 y 1,00 metros.

El cruce sobre el río Cedeja se realiza con un arco de hormigón con tablero superior, para minimizar la afección a dicho río, en el que se sitúan zonas de freza. La longitud del viaducto es de 173 metros en 11 vanos. El tablero es único de 28,80 metros de anchura, formado por una losa binervada con un espesor máximo de 1,35 metros (en la zona de apoyo sobre pilas elípticas muy esbeltas) y un espesor mínimo de 0,20 metros en el extremo de los voladizos. En los cinco vanos centrales el tablero se apoya sobre dos arcos de hormigón armado circulares de 76 metros de luz y 19 metros de flecha, siendo su anchura de seis metros.

El diseño del viaducto de Caviedes adopta una tipología muy similar al anterior, con un arco de hormigón que salva la carretera N-634. Tiene una longitud de 232 metros distribuidos en 13 vanos. El tablero es único y se apoya en doble pila. En los cinco vanos centrales lo hace, a través de las pilas, sobre dos arcos de hormigón armado de 70 metros de luz y seis metros de ancho.

El viaducto del río Escudo (Fig. 8), final de la ría de San Vicente de la Barquera, con una longitud total de 229 metros y 15 vanos, es un puente en arco metálico mixto conformado a partir de dos parejas de tubos con una cuerda entre arran-



Fig. 8. Viaducto del río Escudo.





Fig. 9. Viaducto de Ontón, construido por voladizos sucesivos.

ques de 126 metros de luz, que sirven de encofrado al hormigón. La elección del tubo metálico, más su relleno de hormigón, así como la realización de dos parejas de arcos arriostrados entre sí, da una sensación de limpieza y levedad. El tablero está formado por un emparrillado de vigas metálicas y una losa de hormigón. La tipología singular de esta estructura ha sido impuesta por la Declaración de Impacto Ambiental del trazado de esta autovía.

Puentes de voladizos sucesivos

El viaducto de Ontón (Fig. 9) fue el primer puente que se construyó en Cantabria por el método de voladizos sucesivos. Resuelve el paso de una profunda vaguada. Tiene planta curva y está formado por dos viaductos paralelos iguales de tres vanos, el central de 120 metros y los dos laterales de 70 metros. El canto es variable.

El viaducto sobre el río Agüera (Fig. 10) es el viaducto de mayor longitud y mayor luz de los construidos en la autovía del Cantábrico a su paso por Cantabria. Su longitud total es de 521,6 metros y la luz máxima de 140 metros. Consta de seis vanos de longitudes variables (60 + 105 + 140 + 105 + 60,80 + 50,80). La altura máxima sobre la ría de Oriñón es de 50 metros. Forma en planta una curva de radio 500 metros y está formado por dos estructuras iguales, con tablero de sección cajón construido por avance en voladizo con dovelas hormigonadas in situ, de canto máximo 7,20 metros y canto mínimo de 3,10 metros. El ancho del cajón es de 7,55 metros y el ancho del tablero es de 14,05 metros. Para su cimentación se realizaron 1.900 metros lineales de pilotes de 1,80 metros de diámetro.



Fig. 10. Viaducto del río Agüera, construido por voladizos sucesivos.

Puentes singulares

Dentro de los puentes singulares vamos a considerar en primer lugar el viaducto de Colindres (Fig. 11), sobre la ría de Treto, en la desembocadura del río Asón, dentro del Parque Natural de las Marismas de Santoña.

La solución construida es un puente con dos tramos atirantados desde tres pilonos de hormigón armado de fuste único situados en el eje del tablero y dos vanos laterales de aproximación en cada extremo.

El tablero tiene una sección tetracelular de hormigón pretensado. Es un dintel recto continuo de canto constante de 2,20 metros y 29,80 metros de ancho, con luces 34 + 50 + 125 + 125 + 50 + 34 y una longitud total de 418 metros. Los tirantes, que se anclan en la mediana, presentan una disposición de arpa corregida. La construcción se realizó mediante hormigonado in situ, por tramos, con cimbrado convencional apoyado sobre rellenos parciales del cauce de la ría.



Fig. 11. Viaducto de Colindres.



Fig. 12. Viaducto de Las Navas, en Cabezón de la Sal.

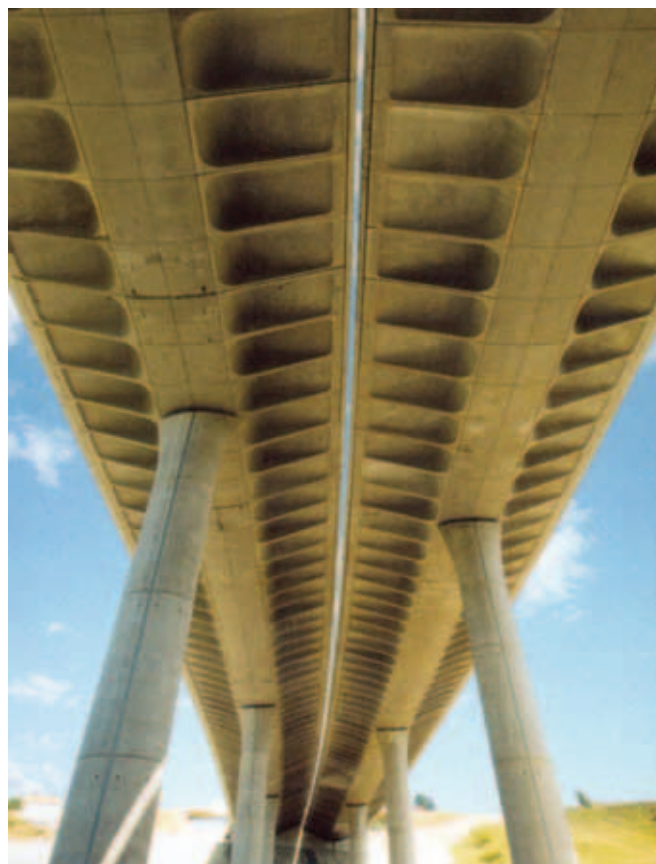


Fig. 13. Viaducto de la Acebosa.

Los aspectos más relevantes de su diseño, análisis y construcción pueden verse en el número 3.343 de la "Revista de Obras Públicas".

El viaducto sobre el río Miera en Solares se ha incluido en este apartado por el método constructivo utilizado, que ha sido el de cajón empujado, así como por las dificultades encontradas en la cimentación de su estribo Este en terreno kárstico. La estructura está formada por dos puentes iguales de planta recta de 441,72 metros de longitud, repartida en 12 vanos, los centrales de 39 metros, y los dos laterales de 25,25 y 26,52 metros. La sección del cajón tiene un canto de 2,50 metros. Cada tablero apoya en una pila octogonal rematada en un capitel con doble apoyo. La cimentación de cada pila se realiza con cuatro pilotes de 1,50 metros de diámetro de diferentes longitudes, en calizas y margas del Cretácico, o en arcillas del Keuper. El empuje de los tableros se ha realizado desde el estribo este, con una pendiente longitudinal del seis por ciento. Durante la ejecución de los pilotes de cimentación de este estribo se encontraron cavidades kársticas que dificultaban su ejecución, por lo que se recurrió en parte del estribo a la consolidación del terreno mediante jet-grouting, realizando posteriormente micropilotes.

El viaducto del arroyo de Las Navas tiene una longitud de 380 metros, distribuida en ocho vanos que liberan el paso sobre el valle del mismo nombre (Fig. 12). El tablero se sustenta sobre pila única, y está formado por una viga cajón de 8,40 metros de ancho, que se completa hasta 27,60 metros mediante jabalcones prefabricados en los que se apoyan las losas laterales, que se unen al cajón central mediante pretensado.



Fig. 14. Viaducto de la ría de Tina Menor.

El viaducto de la Acebosa está constituido por dos estructuras independientes para cada calzada formadas por piezas prefabricadas longitudinales y transversales, con una longitud total de 208,60 metros y luces $36,8 + 45 + 45 + 36,8$. La sección transversal está formada por un cajón central de fondo curvo y costillas prefabricadas en forma de artesa (Fig. 13).

El viaducto sobre la ría de Tina Menor (Fig. 14), de 378,50 metros de longitud total, es una estructura mixta con cajón metálico de canto de 6,50 metros, que soporta la flexión y la torsión producida por la curvatura en planta, y cuatro vanos de luces $65 + 125 + 125 + 65$. Los bordes del tablero se apoyan sobre una celosía muy fina que se une con la parte inferior del cajón. El lado Santander se construyó por procesos tradicionales, mientras que el lado Oviedo se ejecutó en la orilla, llevándolo a su posición definitiva mediante empuje. Es de señalar la importancia de las luces y su distribución entre las islas y bordes de la ría de forma que no se afecta al estado natural de ésta.





Figs. 15 y 16. Bocas de entrada de los túneles de Islares y Astillero.

Túneles

En primer lugar señalaremos los túneles de Islares (Fig. 15), que tienen una longitud de 855 y 830 metros, con planta curva. El recubrimiento máximo es del orden de los 100 metros. La sección consigue una anchura de 12 metros con gálibo superior a cinco metros, que antes de la entrada en vigor de la nueva Instrucción de Trazado permitía la implantación futura de tres carriles, aunque se puso en servicio con una calzada de dos carriles con amplios arceles.

La excavación se ha realizado en roca caliza, y se han dispuesto las dos calzadas a distinto nivel, con diferencias de cota del orden de 20 metros.

La construcción de la explanación de acceso al túnel ha sido dificultosa por la fuerte inclinación de las laderas y por la necesidad de mantener el intenso tráfico de la carretera N-634, que discurre a una cota inferior.

El sostenimiento se ha realizado mediante cerchas ligeras, bulones y hormigón proyectado, atravesando zonas muy fracturadas y cavidades kársticas, fundamentalmente de desarrollo vertical. Se ha impermeabilizado mediante lámina y se le ha dotado de un acabado lateral de paneles hasta una altura de tres metros, apoyados sobre barrera New Jersey.

En edificio anexo se sitúan los equipos de control de las instalaciones de ventilación, iluminación, circuito cerrado de televisión, detección de incendios, paneles de mensaje variable, señalización, control de tráfico, etc.

Los túneles de Torrelavega, de 600 metros de longitud, se han construido en dos épocas diferentes. La calzada sentido Bilbao se construyó al final de los ochenta formando parte de la ronda de Torrelavega, y la calzada sentido Oviedo al final de los noventa como duplicación de esta ronda.

El túnel sentido Bilbao tiene una sección reducida, con plataforma de 10,40 metros y dos carriles de circulación, en la que se incluyen dos aceras de 0,75 metros de ancho. Se adoptó esta sección ajustada por las malas características geotécnicas del macizo. Se excavó con rozadora, con algún taqueo ocasional, y se empleó como sostenimiento hormigón con chapa Bernold. Tiene un acabado de lámina impermeabilizante.

El túnel sentido Oviedo tiene una plataforma de 13,80 metros y tres carriles, uno de los cuales es la conexión con la autovía Santander-Torrelavega en sentido Santander. Tiene dos aceras de 0,80 metros y arceles interior de 1,30 metros y exterior de 0,40 metros. Se excavó con el empleo de una cabeza rozadora y un martillo picador montados en una retroexcavadora pesada, y se empleó como sostenimiento cerchas, tanto ligeras como pesadas, bulones y hormigón proyectado.

Estos túneles disponen de los sistemas de control y vigilancia, con control continuo de los elementos de ventilación, iluminación, detección de incendios, circuito cerrado de televisión, etc.

Los falsos túneles de Astillero (Fig. 16), construidos a cielo abierto mediante marcos de hormigón armado ejecutados in situ, tienen una longitud de 280 metros para la autovía y 245 para el ferrocarril de FEVE. Esta solución ha permitido eliminar la barrera que existía entre Astillero y su ría por la existencia del ferrocarril y la antigua carretera nacional N-635.

El falso túnel de Caviedes, de 270 metros de longitud, atraviesa el monte Ferrota. Se ha construido igualmente a cielo abierto, con dos marcos abovedados de hormigón armado, restituyendo la topografía original del terreno con excedentes de la propia obra.

Actuaciones ambientales destacadas

Dentro de este apartado, que ha sido tratado ampliamente en el primero de los tres artículos dedicados a la autovía del Cantábrico a su paso por Cantabria, presentamos una somera relación de las actuaciones ambientales más destacadas en la construcción de esta autovía.

En la primera fase, entre el límite de provincia de Vizcaya y Santander, destaca el diseño de un trazado que evitara la afección a los encinares relictos de Candina y Jesús del Monte. En este último lugar se realizó una gran labor de restauración paisajística, con la creación de un área de descanso. Asimismo el soterramiento de la autovía y el ferrocarril en la construcción de la variante de Astillero permitió la creación de un parque público desde el núcleo urbano hasta la ribera de la ría, rompiendo de este modo la barrera que hasta entonces creaban estas infraestructuras.

En la segunda fase de la autovía, entre Torrelavega y Unquera, destacan, dentro de las medidas correctoras del impacto ambiental, el diseño de un trazado que evitara la afección a ecosistemas como el robledal de Llano y la formación de secuoyas de Monte Corona, el tratamiento de taludes de desmontes, terraplenes y vertederos, la naturalización de los pasos de fauna y la construcción de balsas de dilución para evitar vertidos al sistema hidrológico de sustancias contaminantes, tanto en fase de construcción como de explotación.

CUADRO 1

Autovía del Cantábrico. Datos por tramos

	Contratista	Puesta en servicio	Longitud (3)	Presupuesto construcción (sin expropiaciones)	Coste unitario
Tramos construidos		Fecha	Kilómetros	Ptas	Mptas/km
Autovía del Cantábrico A-8. Sector oriental: Límite de provincia de Vizcaya-Solares					
Límite de provincia de Vizcaya-Castro Urdiales (1)	Agroman	08-07-1991	12,6	7.254.211.224	576
Castro Urdiales-Colindres	Tecsa-Vías y Construcciones-Gines Navarro	21-03-1995	19,9	20.423.123.155	1.026
Variante de Colindres	Cubiertas y MZOV	12-03-1993	5,3	5.991.238.950	1.130
Treto-Hoznayo	Elsan-Sacyr	21-03-1995	20,1	17.755.765.079	883
Variante de Solares (2)	Dragados	19-10-1992	8,7	7.835.740.694	901
Total		21-03-1995	66,6	59.260.079.102	890
Autovía del Cantábrico A-8. Sector occidental: Torrelavega-Límite de provincia de Asturias					
Sierrapando-Torres	Elsan-Sacyr	30-11-2000	4,9	7.410.288.535	1.512
Torrelavega-Cabezón	Agroman-FCC	10-06-1998	12,0	11.645.160.283	970
Cabezón-Lamadrid	Sacyr-OHL	15-04-2002	14,2	17.922.460.155	1.262
Lamadrid-Unquera	Dragados-FCC	19-10-2001	15,8	19.670.776.088	1.245
Total		15-04-2002	46,9	56.648.685.061	1.208
Accesos a Santander desde la autovía del Cantábrico. Autovía A-8					
Heras-Astillero	Ferrovial	11-04-1994	2,6	6.559.052.356	2.523
Astillero-Parayas	Agroman	27-07-1989	2,7	1.793.697.849	664
Parayas-Nueva Montaña (puente de Raos)	Agroman	15-12-1987	1,3	790.953.065	608
Enlace de Nueva Montaña	Tableros y Puentes	07-07-1990	-	187.402.365	-
Nueva Montaña-La Marga	Elsan	15-09-1991	1,5	422.184.877	281
Total		11-04-1994	8,1	9.753.290.512	1.204
Autovía Santander-Torrelavega A-67					
Raos-Bezana	Elsan-Hernando	28-02-1990	5,2	2.245.958.984	432
Bezana-Oruña	Ocisa	25-11-1986	6,5	1.963.693.495	302
Oruña-Polanco	Ocisa	25-11-1986	5,5	924.441.020	168
Polanco-Torrelavega	Ocisa	15-12-1987	4,7	1.223.162.684	260
Total		28-02-1990	21,9	6.357.256.183	290
Tramos pendientes de construcción					
		Licitación proyecto	Longitud	Presupuesto de construcción aproximado	
Autovía del Cantábrico A-8. Sector central: Solares-Torrelavega					
		Fecha de apertura proposiciones	Kilómetros	Ptas	Euros
Solares-La Encina		23-05-2005	13,5	10.815.000.000	65.000.000
La Encina-Torrelavega		20-05-2005	14,5	10.482.000.000	63.000.000
Total			28,0	21.297.000.000	128.000.000

(1) El subtramo Límite de provincia de Vizcaya-enlace de Castro Este fue inaugurado el 28-02-1990, a falta de la terminación de la variante de Castro Urdiales

(2) Este tramo incluye la autovía del Cantábrico entre Hoznayo y San Salvador, de 8,7 km de longitud, y la variante de la CN-634 entre Hoznayo y Sobremazas, de 3,2 km de longitud. Esta última fue inaugurada el 03-12-1992.

(3) La longitud de los tramos se refiere al tronco de autovía.

Costes económicos finales de obra

La primera fase de la autovía del Cantábrico, entre el límite de provincia de Vizcaya y Santander, de 75 kilómetros de longitud, entró en servicio en marzo de 1995.

La segunda fase, entre Torrelavega y el límite de provincia de Asturias, de 47 kilómetros de longitud, se terminó en abril de 2002.

La tercera fase, entre Solares y Torrelavega, de 28 kilómetros de longitud, está pendiente de ejecución, habiéndose licitado la redacción de sus proyectos de construcción durante el año 2005.

Actualmente existe un itinerario por autovía que da continuidad a la autovía del Cantábrico a través de las autovías S-10 (Santander-Solares) y A-67 (Santander-Torrelavega).

En el cuadro 1 se especifican los distintos tramos de las fases de construcción de la autovía del Cantábrico, con expresión de su empresa constructora, fecha de puesta en servicio, longi-

tud, presupuesto de construcción y coste unitario por kilómetro. Estos mismos datos se dan para las autovías S-10 y A-67. Por último se ofrecen las longitudes y costes aproximados de los tramos pendientes de construir, correspondientes a la tercera fase de la autovía del Cantábrico entre Solares y Torrelavega. □

Fernando Saldaña Martín* y Ángel de la Colina Gutiérrez**

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

*Jefe de Servicio de Planeamiento, Proyectos y Obras de la Demarcación de Carreteras del Estado en Cantabria

**Sociedad Cántabra de Escritores

Bibliografía

– Dirección General de Carreteras, varios años, Estudios Informativos y Proyectos de Trazado y Construcción de los diferentes tramos de la Autovía del Cantábrico a su paso por Cantabria.

