

Dossier

Variante de Pajares

Dossier realizado
por José Luis Ordóñez



Entrada a uno de los túneles de Pajares.

Variante de Pajares

La actuación consiste en una línea ferroviaria de doble vía, apta para velocidades de 200-220 km/h, con radios mínimos de 3.200 m, pendiente máxima de 20 milésimas, ancho ibérico de 1.668 mm, electrificación a 3.000 V en corriente continua, y anchura de la plataforma de 14 metros.

El pasado 13 de junio de 2003, GIF, Gestor de Infraestructuras Ferroviarias, adjudicó los contratos de proyecto y obra de la plataforma de la línea de alta velocidad León-Asturias, tramo "Túneles de Pajares", correspondientes a los lotes 3 y 4. El lote 3 fue adjudicado por un importe de 239,19 millones de euros y el lote 4 por 220,42 millones.

El contrato para la redacción y ejecución del proyecto plataforma del lote 3, Galería Este del Túnel de Pajares entre Viadangos y Telleo ha sido adjudicado a la unión de empresas formada por Ferrovial Agromán, Sacyr y Cavosa. El plazo de ejecución para la redacción del proyecto es de 4 meses, para el montaje de la tuneladora es de 18 meses, y para la ejecución de la obra es de 5 años.

El lote 4, Galería Oeste del Túnel de Pajares entre Viadangos y Telleo ha sido adjudicado a la unión temporal formada por Copcisa, Fernández Constructor, Azvi y Constructora Hispánica. El plazo de ejecución para la redacción del proyecto es de 4 meses, para el montaje de la tuneladora es de 18 meses, y para la ejecución de la obra es de 58 meses, ya que ha de esperar a que estén terminadas las instalaciones de obra previas al emboquille de ambas galerías y que se ejecutan en el lote 3.

Poco antes, el 23 de mayo de 2003, GIF adjudicó los lotes 1 y 2 de la construcción de la Variante de Pajares. La redacción y la ejecución del proyecto del túnel doble de Pajares desde Pola de Gordón a Folledo, dos galerías de 10,5 km, serán realizados por FCC y Necso con un presupuesto de 532 millones de euros y el uso de dos máquinas tuneladoras. El proyecto y la obra desde Folledo a Viadangos, con ejecución del acceso intermedio de los pozos de Viadangos, de la caverna de entronque con las dos galerías del túnel y de la perforación por métodos convencionales de 4 kilómetros de túnel doble en la especial formación geológica de San Emiliano, serán realizados por Dragados, ACS y Obras Subterráneas con presupuesto de 418 millones. En estos dos casos, desde la firma del contrato se contabilizarán 4 meses para la redacción de los proyectos constructivos y luego se realizarán las obras durante 5 años. Para el montaje de las tuneladoras se dispondrá en el primer tramo citado de 18 meses adicionales.

Según el Ministerio de Fomento, el Plan de Infraestructuras para el Transporte 2000-2007 incluye, dentro del capítulo ferroviario y en el programa de alta velocidad, la construcción de la Variante de Pajares

en la conexión de Asturias con Castilla y León. Esta variante acorta la traza ferroviaria para cruzar la Cordillera Cantábrica entre León y Asturias y permite aprovechar, en el acceso a Madrid, el doble túnel de baja cota que se está perforando bajo la Sierra de Guadarrama, en el Sistema Central. La Variante de Pajares se realiza con las características técnicas que permitirán el tráfico mixto de trenes de viajeros y trenes de mercancías.

La propuesta de construir la Variante de Pajares es anterior al Plan de Transporte Ferroviario, PTF, de 1987. En 1979 comenzaron los estudios y en 1982 se eligió un proyecto basado en un único túnel de doble vía que estuvo a punto de ejecutarse.

En el Plan de Renfe 1972-1975, adaptado al marco temporal del llamado II Plan de Desarrollo, se marcó la necesidad de incrementar el transporte ferroviario de mercancías e implantar, en la red básica, la velocidad máxima de 140 km/h y la velocidad media de 100 km/h. En la rampa de Pajares sólo se alcanzan velocidades máximas de 70 km/h y velocidades medias de 50 km/h.

En 1986 se puso en marcha en el ferrocarril español el Plan de Modernización con la intención de integrarlo en el "club europeo de la alta velocidad", y la velocidad máxima se elevó a 160 km/h. En 1987, casi al mismo tiempo que se aprobaba el PTF, se anunció la construcción y puesta en servicio para 1991 de la primera línea de alta velocidad entre Madrid y Córdoba, tramo que se prolongó poco después hasta Sevilla y que fue inaugurado en 1992. □

La construcción de una nueva infraestructura de transporte ferroviario entre Pola de Lena y Pola de Gordón permitirá reducir el tiempo de viaje entre Oviedo y León extendiendo por este lado las mejoras logradas entre León y Madrid con el túnel doble de baja cota bajo la Sierra de Guadarrama. El túnel doble de 25 kilómetros de la Variante de Pajares entre Asturias y León permitirá una explotación mixta con trenes de viajeros y trenes de mercancías, unas velocidades máximas de 200-220 km/h y un mantenimiento que no penalice la explotación.

Para hacer viables los diversos objetivos se adoptará un radio mínimo de 3.200 metros en el conjunto de la Variante de Pajares y radios mayores en la traza del túnel doble. La pendiente máxima no superará las 20 milésimas y la pendiente del túnel será de 16,6 milésimas.

La explotación en tráfico mixto requiere la construcción de puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes que impliquen un trazado horizontal y alineaciones rectas de 1.300 metros de longitud a efectuar al aire libre. Junto a estas instalaciones se crearán puestos intermedios de banalización que flexibilicen la explotación de la vía doble facilitando la circulación indistinta de los trenes por una u otra vía en cualquiera de los dos sentidos. Uno de estos puntos de banalización se realizará en el centro del túnel doble, con dos galerías que interconectarán, para el paso de trenes, las dos galerías principales.

La superestructura de vía estará formada por balasto silíceo, traviesa PR-01 monobloque de hormigón, 1.668-1.435 mm, que se instala en la construcción de las líneas ferroviarias del Plan de Infraestructuras para el Transporte 2000-2007 que se montan inicialmente en ancho ibérico, y carriles normalizados UIC de 60 kg/m en barra larga soldada.

Las sujeciones de carril, la placa elástica y los sistemas de anclaje de esta traviesa PR-01 coinciden con los componentes utilizados en la traviesa de ancho normal europeo AI-99 que se instala en las nuevas líneas ejecutadas directamente en ancho europeo de 1.435 mm.

La traviesa PR-01, cuya denominación corresponde a "Polivalente Renfe

Objetivos

Año 2001", es aparentemente igual a la traviesa PR-90, y está preparada para admitir circulaciones de trenes a 240 km/h. La placa elástica de asiento utilizada, de 7 mm de grosor, es la denominada PAE para sujeción de carriles UIC-54 y UIC-60.

La electrificación de la nueva infraestructura será realizada con catenaria alimentada a 3.000 V en corriente continua y con subestaciones de tracción de tipo transformador-rectificador con acometida en corriente alterna trifásica.

La regulación y control del tráfico se

basará en enclavamientos electrónicos, bloqueos automáticos banalizados y telemando de las instalaciones desde el control de tráfico centralizado. Estas instalaciones se complementarán con el sistema ATP de protección automática de los trenes.

En comunicaciones la infraestructura será redundante con tendido de dos cables de fibra óptica con centrales telefónicas digitales, radioenlace tren-tierra y un soporte para la transmisión de datos complementado con nodos de conmutación. □



Estación de Ujo.

Trazado

El trazado de la Variante de Pajares se ha diseñado para una velocidad mínima de 120 km/h y velocidades máximas que pueden llegar a alcanzar en algunos tramos los 250, 280 y 350 km/h. En algunos pequeños trayectos no se cumplen esos condicionantes mínimos como en las proximidades de Pola de Lena ya que por esta estación sólo se puede circular a una velocidad máxima de 100 km/h.

Los valores máximos considerados de peralte son de 160 mm, de insuficiencia de peralte, 115 mm, y de aceleración centrífuga sin compensar, 0,65 m/s. El valor del exceso de peralte es de 90 mm.

El trazado del túnel doble, si comenzamos por su lado sur, empieza en Pola de Gordón se dirige bajo el valle del río Casares entre Folledo y Buiza y entre Casares de Arbás y Pobladura de la Tercia, sigue bajo Viadangos de Arbás, la Estación Invernal Valgrande de Pajares y cruza la autopista A-66 entre túneles, para salir cerca de Telledo en el valle del río Huerna.

En las curvas con radio de 3.200 metros se puede circular a velocidades máximas de 250 km/h, aunque según el peralte se pueden necesitar radios de 3.550 metros para esas velocidades. Para circular a 280 km/h se necesitan curvas de 4.500 a 6.800 metros de radio. La velocidad máxima de 350 km/h exige radios mínimos de 7.200 a 10.000 metros. Cuando por circunstancias especiales haya curvas de 2.100 metros de radio la velocidad de circulación será de 180 a 200 km/h. Y si son de 2.400 metros de radio las velocidades podrán ser de 190 a 220 km/h. □

Funcionalidad

Como la Variante de Pajares será utilizada por trenes de diferente composición y velocidad de circulación, generará una malla heterogénea con adelantamientos, estacionamientos y cruces de vehículos. Además se deberá garantizar una respuesta óptima ante las incidencias que se producen durante la explotación comercial de estas infraestructuras.

Los puestos de adelantamiento y estacionamiento tendrán en este caso una pendiente máxima de 2,5 milésimas y dispondrán de tantas vías de apartado como sean necesarias según la explotación prevista. En ambos extremos de estas instalaciones se dispondrán escapes que permitan el acceso a las vías de apartado al tiempo que permitan la circulación a máxima velocidad por las dos vías principales y en ambos sentidos, aprovechando las facilidades ofrecidas por los bloqueos automáticos banalizados.

Los puestos intermedios de banalización están formados por un doble esca-



Estación de La Robla.

pe susceptible de ser utilizado a grandes velocidades para facilitar la circulación en ambos sentidos por las dos vías generales. Estas instalaciones también necesitan alineación recta de la traza y pendiente constante.

Dado que el túnel doble tiene una longitud de 25 km, para que la explotación de la línea se realice en condiciones óptimas se realizarán dos puestos de adelantamiento y estacionamiento cerca de sus bocas norte y sur,

Funcionalidad

en Campomanes y en La Robla. También se construirá un doble puesto intermedio de banalización en el centro del túnel. Por las galerías subterráneas de los puestos de banalización situados en el centro del túnel se circulará a una velocidad máxima de 100 km/h. Estas cuatro instalaciones especiales permitirán resolver cualquier tipo de incidencia que pudiera generarse durante la explotación de la Variante de Pajares. □

Túnel doble de Pajares

Túnel doble de

El túnel doble de Pajares tiene una longitud de 24.535 metros, presenta radios de planta de 4.500 metros en la zona asturiana, 7.200 metros en la zona central y 3.200 metros en la zona leonesa, y pendiente constante de 16,6 milésimas. La zona central del túnel doble supone el 41 por ciento de la longitud total.

Los primeros metros del lado asturiano se perforarán en pizarras poco coherentes que generarán problemas de estabilidad. La mayor parte de la perforación atravesará diferentes rocas de origen sedimentario como areniscas, pizarras, calizas, dolomías y algunas de origen ígneo, así como diferentes estructuras geológicas donde destaca el cabalgamiento de Villamanín. Estos materiales y fenómenos geológicos tendrán un comportamiento durante la construcción de las galerías medianamente bueno. Pero en la zona próxima a Casares de Arbás la consistencia del macizo rocoso no es adecuada y tendrá un comportamiento complejo. También existe la posibilidad de que aparezcan aguas subterráneas al cruzar las calizas de la formación Láncara y fenómenos kársticos en la caliza de montaña, y en las unidades geológicas de Portilla y Santa Lucía. La boca de salida al sur de Pola de Gordón, coincide con materiales pizarrosos de baja consistencia y la presencia de macizos calcáreos que aconsejan utilizar la técnica del falso túnel.

La construcción de dos galerías gemelas de vía única para el túnel principal de la Variante de Pajares sólo encarece la obra un 8 por ciento respecto a la construcción de un único túnel de vía doble, y sin embargo es muy recomendable desde el punto de vista de los condicionantes aerodinámicos, métodos constructivos, factores económicos y aspectos funcionales y de seguridad. La distancia entre los ejes de las dos galerías que conforman el túnel será de 30 metros. La sección de cada galería será de 8,5 metros de diámetro interior, con pasillo de evacuación de 1,15 metros

a ambos lados. Cada 400 metros se abrirá una galería de conexión entre los dos tubos generales. □

Geología de Pajares

La geología del entorno de Pajares se caracteriza por una gran variedad de rocas, fuertes plegamientos, numerosas fallas y grandes cabalgamientos, según el minucioso estudio geológico y geotécnico realizado en 1981, entre otras personas, por **Miguel Torres Alonso**, geólogo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la Universidad de Oviedo.

Todas las estructuras geológicas tienen en esta zona una orientación este-oeste. Las rocas predominantes, calizas y pizarras, muy plegadas, presentan discontinuidades y fallas cabalgantes, habiéndose superpuesto los materiales más recientes sobre las unida-

Fases constructivas

El tramo de Pola de Gordón a Folledo discurre íntegramente por el territorio leonés y comprende el acceso intermedio de la galería de Folledo, de 1.950 metros, ejecutada por métodos convencionales, un falso túnel en el emboquille de 60 metros, 230 metros de acceso a las bocas, y la caverna de Folledo ejecutada por métodos tradicionales y necesaria por razones del comportamiento del macizo rocoso en el entronque de la galería de Folledo con las galerías del túnel doble. La caverna de Folledo está destinada al montaje de las dos tuneladoras que trabajarán en sentido ascendente, desde el lado asturiano hacia el lado leonés perforando 8 kilómetros de las galerías del túnel doble. Simultáneamente, desde la caverna y en sentido descendente se ejecutarán los 2,5 km del túnel doble por métodos convencionales. La obra incluye también la construcción de las galerías de interconexión entre los dos tubos gemelos.

El tramo Folledo-Viadangos incluye el acceso intermedio vertical de los pozos de Viadangos y la caverna necesaria para realizar el entronque con las galerías del túnel doble. Este tramo está situado también en territorio leonés. Tanto los pozos como la caverna serán ejecutados por métodos convencionales y consumirán los dos primeros años de la obra. A continuación se ejecutarán 4 km de las galerías del túnel doble por métodos convencionales en la zona de la formación geológica San Emiliano. Unos 1.600 metros de túnel se ejecutarán en sentido descendente y los restantes 2.400 m se realizarán en sentido ascendente. Este contrato incluye la construcción de las galerías de interconexión entre los dos tubos.

El tramo Viadangos-Telledo, Galería Este, se desarrolla en territorio leonés con final en Asturias. Primero se construirá el viaducto sobre el río Huerna para acceder a los emboquilles del lado norte situados en Asturias, así como las instalaciones de

obra. Estos primeros trabajos consumirán unos 6 meses. A partir de ese momento se ejecutará la galería este del túnel doble por métodos convencionales en la primera parte, atravesando la formación Formigoso, y con tuneladora en sentido ascendente a partir del punto en que mejo-

ren las condiciones del macizo rocoso hasta conectar con el tramo Folledo-Viadangos.

El otro tramo Viadangos-Telledo, Galería Oeste, es gemelo del anterior. Las obras comenzarán por la boca norte, lado Asturias, una vez que se hayan ejecutado las instalaciones necesarias para ambos túneles dentro del lote que comprende la Galería Este. Será ejecutando por métodos convencionales en la primera parte y con tuneladora en el resto tal y como se ha descrito. Dentro de este contrato se ejecutarán las galerías de interconexión entre las dos galerías del túnel doble. □

Actual
línea
en
Pajares.



Geología de Pajares

des geológicas más antiguas en un proceso de deslizamiento, desde el exterior y sur hacia centro y norte. El desplazamiento se ha efectuado sobre planos inclinados, casi horizontales, llamados superficie de despegue.

Cuando las capas de rocas son plegadas y fracturadas hasta superponerse unas sobre otras, creando los denominados cabalgamientos, y los esfuerzos de compresión continúan, los cabalgamientos pueden superponerse y dar lugar a los denominados mantos de corrimiento que se contemplan en esta zona.

La superposición de materiales y fenómenos geológicos existente en la zona de la variante ferroviaria que se va a construir entre La Robla y Pola de Lena, con la participación de las unidades geológicas cabalgantes de Villamanín y Pajares, se realizó de forma rígida, sin la plasticidad que a veces se presen-

ta en las deformaciones rocosas. Estos cabalgamientos se efectuaron por la acción de fuerzas tectónicas compresivas de gran magnitud generadas en la orogenia varisca. Estos cabalgamientos y mantos de corrimiento fueron removidos más tarde por la orogenia alpina.

Este fenómeno orogénico de época terciaria, prácticamente actual, la orogenia alpina, ha dado lugar a las grandes cadenas montañosas de los Alpes, los Andes, el Himalaya, los Pirineos, la Cordillera Cantábrica y el Sistema Central. En el caso de la Península Ibérica esta orogenia actúa todavía empujando la placa tectónica africana contra la placa europea. Su actividad es sobretodo notable en el Sistema Bético donde se sitúa la gran falla del Guadalquivir y son frecuentes los pequeños terremotos provocados por los esfuerzos de compresión.

En la Variante de Pajares, el conjunto de materiales geológicos que conforman las rocas de los primeros periodos de la era primaria y son constituyentes de la denominada Rodilla Astúrica, o Arco Astúrico, han cabalgado de forma centrípeta sobre las rocas primarias de tiempos más recientes que forman la cuenca carbonífera central de Asturias. La estructura profunda de la unidad geológica llamada Rodilla Astúrica, que en el oeste y sur de Asturias aflora girando desde la dirección noreste-suroeste a la norte-sur, a la noroeste-sureste y a la oeste-este, en la zona de Pajares, es muy compleja debido al gran plegamiento en rodilla de todo el conjunto. □

Del Cámbrico al Carbonífero

Entre las rocas más antiguas de la Rodilla Astúrica se encuentran las unidades litoestratigráficas del Cámbrico, el comienzo de la era primaria, llamadas Herrería, Láncara y Oville. La formación Láncara ha sido descrita tomando como prototipo el afloramiento situado en Láncara de Luna, ya que es el más completo. Esta formación se subdivide en dos grandes unidades una basal que es dolomítica y caliza, y otra superior compuesta por calizas nodulosas rojas de gran aprecio en la arquitectura local de las comarcas leonesas de Babia y Luna.

La parte superior del Cámbrico está formada por una formación de pizarras de gran espesor, entre 140 y 350 metros, que indica un período sedimentario en que el mar se fue retirando y la zona quedó en aguas más someras y próximas al litoral.

Sobre las pizarras cámbricas de la formación Oville, se sitúan las cuarcitas de Barrios de Luna, roca que se conoce con el nombre de cuarcita armoricana y sirve de apoyo a la presa del embalse llamando, también, Barrios de Luna. Estas cuarcitas tienen un espesor de 250 a 350 metros y constituyen el Ordovícico de este área.

El Silúrico está constituido por las formaciones de Formigoso y San Pedro. Formigoso es el nombre de un arroyo afluente del río Bernesga, situado en Villamanín, donde ha sido descrita esta unidad geológica arcillosa que tiene un espesor de 50 a 200 metros.

Se trata de una roca pizarrosa erosionable y poco consolidada. El nombre de la unidad geológica que forma el Silúrico superior de esta zona, compuesta por una sucesión de finas capas de areniscas, cuarcitas y pizarras está tomado de San Pedro de Luna, población situada al sureste de Láncara de Luna y hoy sumergida por el embalse de Barrios de Luna.

Sobre el Silúrico se encuentra el Devónico cuya sucesión estratigráfica alternando rocas calizas y detríticas está bien representada en el valle del río Bernesga.

Geomorfología y paisaje

La zona geográfica afectada por la variante de Pajares se sitúa en las vertientes norte y sur de la Cordillera Cantábrica en la zona asturleonese. El complejo geomorfológico se integra en la cadena montañosa que se extiende desde el País Vasco hasta Galicia y presenta cumbrones de rasgos alpinos con más de dos mil metros de altitud como Peña Ubiña, Peña Rueda y Braña Cavallo, y otras muy próximas a los dos mil metros como Cueto Lobo y Amargones.

Estas cumbrones se sitúan muy próximas al mar presentando una pendiente muy pronunciada en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica. Esta prolongada y fuerte pendiente contrasta con las características de la vertiente sur donde la rampa es mucho más corta dado que se asienta en la alta cuenca del río Duero integrante de la meseta central ibérica.

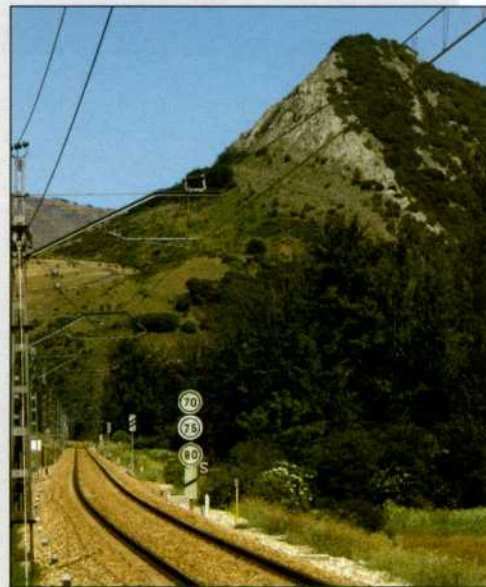
Esta característica de paisaje alpino,

de montaña joven y escarpada, ha provocado fuertes restricciones al transporte por vía terrestre, tanto en ferrocarriles como en carreteras. El asentamiento de las poblaciones, actividades productivas e infraestructuras en la parte mas baja de los valles ha condicionado los proyectos de obras. Las infraestructuras para el transporte de superficie han recurrido habitualmente a la construcción de grandes túneles y viaductos.

Los ríos discurren muy encajados y son de curso corto, rápido y caudaloso, de elevada calidad ecológica, vegetación de ribera muy abundante, presencia de peces, avifauna y aguas de alta calidad. Los ríos asturianos son Pajares, Lena y Huerna, y pertenecen a la cuenca del Caudal afluente del Nalón. Los ríos leoneses son Bernesga y Casares y pertenecen a la cuenca del Esla afluente del Duero. La zona destaca por su importante pluviosidad, entre 700 y 1.500 mm anuales. El caudal medio de los ríos de la zona asturiana es de 24 metros cúbicos por segundo, con máximos de

Todos los materiales antes citados, del Cámbrico, Ordovícico, Silúrico y Devónico, cabalgan sobre el Carbonífero, que en su parte inferior está constituido por la Caliza de Montaña, la unidad geológica más constante y homogénea de la Cordillera Cantábrica. El espesor de esta caliza, característica del paisaje cantábrico, varía desde los 50 a los 750 metros. Sobre esta caliza se depositaron los materiales que albergan las capas de carbón de la cuenca minera de Ciñera-Matallana en León, y el carbón de la cuenca central asturiana. La formación carbonífera presenta pizarras con intercalaciones de areniscas y calizas, muy plegadas y falladas, con una estructura extraordinariamente compleja.

Tres grandes mantos de corrimiento cabalgan en la zona de San Emiliano de Babia sobre una compleja secuencia del Carbonífero que se denomina formación San Emiliano. Esta unidad geológica, con espesor de 1.800 metros, está formada por una sucesión de pizarras con intercalaciones de calizas y de capas de carbón más o menos abundantes. □



Entrada al Puerto de Pajares.

300, y el caudal medio de los ríos leoneses es de 10 metros cúbicos por segundo, con caudales máximos de 100.

Las zonas geohidrológicas kársticas tienen gran entidad. Los macizos calcáreos masivos y voluminosos presentan todos los fenómenos clásicos de la karstificación o dilución fisural, con generación de grandes áreas de dolinas y formación de cuevas de estalactitas y estalagmitas. □