

# **Túneles de Pajares**

**Edita:**  
© ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias)

**Coordinador:**  
Raúl Míguez Bailo

**Diseño, preimpresión e impresión:**

**Gráficas Arias Montano, S. A.**  
Polígono Industrial Las Nieves  
Puerto Neveros, 9  
28935 Móstoles, Madrid  
Tel. 916 164 684/916 165 600  
Fax 916 163 305  
[www.ariasmontano.com](http://www.ariasmontano.com)

**Depósito legal:**  
M. 50.896-2009

**ISBN:**  
978-84-934572-1-1

**Fotografía de portada:**  
Javier García de Muro Plaza

**IN MEMORIAM:**

**ABEL MARTÍNEZ ALVÁREZ  
MARIO RODRÍGUEZ SUÁREZ  
FELIPE CASTRO BOUZAS  
WALTER EFREN GONZAGA ISBES**

# Índice

<b>Prólogo</b>	<b>9</b>
<b>La excavación de los túneles de base de Pajares</b> Carlos Díez Arroyo, Luis de la Rubia Mir, Raúl Míguez Bailo	<b>11</b>
<b>Génesis del proyecto de Pajares. Estudios previos, Proyecto básico y Proyectos constructivos</b> Manuel Arlandi Rodríguez, María Luisa Domínguez González, Mario Peláez González	<b>35</b>
<b>La geología de los túneles de Pajares</b> Alfonso M. Angona Sopena, Enrique Bernárdez Rodríguez, Lorena Fernández Rodríguez, Teresa García Sánchez, Manuel Hacar Rodríguez, Jesús del Olmo Ruiz, José A. Saenz Santamaría Benedet Marcos Castro Rivas	<b>51</b>
<b>La Geotecnia de los túneles de Pajares</b> José M.ª Rodríguez Ortiz	<b>75</b>
<b>Tuneladoras en Pajares</b> Felipe Mendaña Saavedra, Ramón Fernández Martínez	<b>127</b>
<b>Hormigones de alta resistencia en el tramo II del túnel de Pajares</b> Pilar Segura Pérez, Juan Fernando Martínez Díaz	<b>153</b>
<b>Hidrogeología de los túneles de Pajares</b> Juan Álvarez Díez, Jesper Vinding Fallesen, Miguel Simón Garrido Ruiz, Manuel Lombardero Barceló, Félix Marcos Bermejo, Juan Carlos Monge Cristóbal, Luis Serrano Martín	<b>167</b>
<b>Medio ambiente en los túneles de Pajares</b> Lucía Díez Cadavid, David Luengo Troitiño	<b>209</b>
<b>Geodesia en los túneles de Pajares</b> Mercedes Farjas Abadía, José Antonio Sánchez Sobrino, Julio Fernández Baquera	<b>235</b>
<b>El guiado de las tuneladoras de los túneles de Pajares</b> Ángel Navarro Rodríguez, Juan F. Prieto Morín, Jesús Velasco Gómez	<b>253</b>
<b>Galerías transversales en los túneles de Pajares</b> José Carlos Arroyo Cedrón, José González del Tánago Chanrai, José Ramos Gómez	<b>279</b>

<b>Medidas preventivas en los túneles de Pajares.</b>	<b>307</b>
Jaime Luis Gómez Mejías, M.ª del Sagrario Julián Martín	
<b>Sistemas de información integral y tratamiento de datos en Pajares</b>	<b>317</b>
Manuel Bendala Azcárate, Raquel Carretero Martín, Mariano de la Riva Rodríguez, Raquel Mateos Crende	
<b>Control de obra en los túneles de Pajares</b>	<b>333</b>
Antonio Benito Alonso, Francisco Javier García de Muro Plaza	
<b>La dirección de obra en los túneles de Pajares</b>	<b>373</b>
Julio Santa Cruz Siminiani, José María Jiménez Sánchez	
<b>Organización y logística de las obras de Pajares. Lote 1</b>	<b>425</b>
Jacobo Arnanz González, Alberto Busto Álvarez, Luis Bernardo Carballo Flórez, José Pablo Castro Martín, Fernando Fajardo Gerez, Angel Luis Ferrando Lamana, Diego García Aldava, Andrea Lavagno, Juan Margareto Menéndez, Ignacio Muñiz González	
<b>Evacuación de los caudales de agua de infiltración durante la ejecución de los túneles descendentes del Lote 2</b>	<b>449</b>
Gonzalo Rojo Martínez	
<b>Ejecución del depósito controlado de residuos inertes de la cortina</b>	<b>483</b>
Ricardo Ferreras, Jorge Higuera Higuero, Gustavo Muñoz Rodríguez, Pelayo Campomanes Sánchez	
<b>Atrapamiento de Escudo de cola en la Formación Formigoso</b>	<b>509</b>
Alfonso Abascal Aznar, José Miguel Auvray Caro	
<b>Ejecución de la caverna de entronque de la Galería de acceso de Buiza con el túnel de línea Este (Bifurcación)</b>	<b>525</b>
José M.ª Díaz González, Gustavo Vegue Rodríguez, Gonzalo Rojo Martínez, Ignacio Martín Cenalmor José Ramón Álvarez Fernández	
<b>Historia humana</b>	<b>561</b>
Raúl Míguez Bailo	

# Prólogo

*La edición de este libro tiene por objetivo recapitular los principales pasos de una de las obras más relevantes de la ingeniería española: la construcción de los túneles de Pajares.*

*Mediante este trabajo, queremos por una parte, agradecer a todos aquéllos que han participado en su construcción el haber puesto su esfuerzo y su talento al servicio de esta gran infraestructura. También queremos compartir esas experiencias con todos aquéllos que se interesen no sólo por los aspectos técnicos de las grandes obras de infraestructura en España, sino también con aquéllos que deseen aproximarse a lo que constituye un paso histórico en la mejora de las comunicaciones en nuestro país, que revela además el elevadísimo nivel técnico que hemos alcanzado.*

*En efecto, la construcción de los túneles de Pajares, los séptimos más largos del mundo y los segundos más largos de España, tras los de Guadarrama, ha obligado a nuestros técnicos a superar grandes dificultades y a aplicar soluciones imaginativas e innovadoras que han hecho avanzar notablemente el estado actual de la técnica.*

*Los túneles, incluidos en la nueva Variante de Pajares, permitirán evitar el trayecto actualmente en servicio, inaugurado hace 125 años y que salva la Cordillera Cantábrica recorriendo 83 kilómetros entre La Robla (León) y Pola de Lena (Asturias). Entonces representó un gran avance en materia de obra civil, pero ya desde mediados del siglo pasado se planteó la necesidad de actualizar esa conexión entre la meseta y Asturias. Las inclemencias invernales que sufre debido a la altitud que alcanza; las pendientes de hasta 23 milésimas, la escasa velocidad comercial que permite el trazado (60 km/h) o el hecho de discurrir en vía única limitan la circulación ferroviaria y la complican. Todo ello obliga además a fuertes inversiones periódicas en mantenimiento y conservación.*

*La solución barajada, irrealizable hasta hace pocas fechas, fue la construcción de un Túnel de Base bajo la Cordillera Cantábrica. En los años 70 y 80, esta solución comenzó a materializarse con la realización de sucesivos estudios geológicos y geotécnicos, el análisis de corredores e incluso la redacción de proyectos de infraestructura y vía.*

*Tras numerosos avatares, la mejora de la línea León-Gijón en su tramo la Robla- Pola de Lena fue finalmente incluida en el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007. Con posterioridad, se sientan las bases para el inicio*

*de las fases de estudio necesarias para la elaboración de los proyectos constructivos correspondientes que harían posible el comienzo de las obras.*

*Finalmente, la Variante de Pajares, de casi 50 kilómetros, comenzó a construirse entre los años 2004 y 2007, y recibió un impulso definitivo con su inclusión como nueva línea de altas prestaciones para tráfico mixto en el Plan Estratégico de Infraestructuras del Transporte, aprobado por el Gobierno de España en julio de 2005.*

*El nuevo proyecto reduce el trayecto actual entre La Robla y Pola de Lena en 33 kilómetros y permitirá incrementar la capacidad y regularidad en el tramo además de mejorar la seguridad y el confort de los viajeros.*

*Este nuevo trazado no sólo representa la superación definitiva de las limitaciones en materia de comunicaciones ferroviarias entre la vertiente cantábrica y la meseta. También representa la materialización de una voluntad política de renovar y reforzar el ferrocarril como modo de transporte realmente viable y competitivo, gracias al poderoso esfuerzo presupuestario realizado por el Ministerio de Fomento para su ejecución.*

*Los túneles han contribuido además a consagrar a nuestros ingenieros y empresas como líderes en la construcción de grandes infraestructuras. Su ejecución, atravesando una zona de gran complejidad geológica, ha supuesto en efecto uno de los mayores retos a los que nuestros ingenieros y técnicos se hayan enfrentado jamás: dos túneles paralelos de 25 kilómetros de largo; áreas de excavación con montera de más de un kilómetro; dovelas de hasta 60 cm que soportan los elevados esfuerzos que genera excavar a tal profundidad; singularidades geológicas que incluyen presencia de agua, gas y zonas de falla; 6 zonas de ataque, 5 de ellas mediante tuneladoras; ejecución de galerías de conexión entre los tubos cada 400 metros; y todo ello en el más estricto cumplimiento de las normas medioambientales que afectan a un terreno de gran valor ecológico como es el macizo cantábrico.*

*Una larga lista de elementos que no sólo han obligado a tomar medidas imaginativas y a emplear los medios técnicos más avanzados sino también a extremar las medidas de seguridad de los trabajadores. Para ello, se ha implantado un plan específico de Seguridad y Salud y se ha incidido especialmente en la formación en la materia, medidas que complementan otras de índole técnico como la utilización de tuneladoras con escudo, la colocación de las dovelas mediante máquinas especiales o la ejecución progresiva de las galerías de conexión.*

*La puesta en servicio de la nueva línea entre Madrid y Asturias, de la que cada día estamos más cerca, revolucionará las comunicaciones entre Asturias y el resto de España, situando Oviedo a sólo 2 horas y 35 minutos de Madrid y Gijón a menos de tres horas cuando esté completa la conexión por alta velocidad. La nueva Variante de Pajares, que será apta para tráfico mixto, contribuirá además fuertemente a potenciar la industria asturiana y el desarrollo de sus puertos al permitir el intercambio de mercancías por ferrocarril.*

*Con ello estamos cumpliendo con los objetivos del Gobierno y avanzando en otra de nuestras principales misiones como entidad pública: progresar con paso seguro hacia un transporte ferroviario de calidad, seguro, fiable y veloz, que favorezca la cohesión social y territorial, en beneficio de todos los ciudadanos.*

**Antonio González Marín**

Presidente de Adif