

Túnel de Viella

CN-230 de Tortosa a Francia por el Valle de Arán

The Viella Tunnel

The CN-230 road from Tortosa to France running through the Aran Valley

Juan Barrios Baquero. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
 Director de obra. jjbarrios@mfon.es

Resumen: El túnel de Viella forma parte de la concesión entre Lérida y Francia, a través del Valle de Arán. El túnel inicial se terminó de construir en el año 1948 y había llegado a un nivel cercano a su saturación lo que motivó el Proyecto actual aquí descrito en sus facetas principales, dado que el existente no permitía mejoras significativas de diseño y capacidad.

El túnel nuevo discurre paralelo al anterior y se ha construido en dos años, habiendo sido inaugurado recientemente. El artículo describe las obras realizadas y su proceso constructivo, así como las principales instalaciones acometidas, tales como ventilación, iluminación, seguridad, radiocomunicaciones, accesos, etc.

Palabras Clave: Túnel, instalaciones, galerías y bocas, seguridad, ventilación, iluminación.

Abstract: The Viella tunnel, running through the Aran Valley, forms part of the concession between Lerida and France. The initial tunnel, completed in 1948, was reaching saturation point and could not be significantly improved to increase capacity. This situation gave rise to the present project outlined in this article.

The recently opened tunnel was built in two years and runs parallel to the existing tube. The article describes the work carried out, the construction process and the main installations in the form of ventilation, lighting, safety, radiocommunications, accesses, etc.

Keywords: Tunnel, Instalations, Entrances and Galleries, Safety, Ventillation, Lighting.

Pronto se calará el nuevo Túnel de Vielha actualmente en construcción que complementa al actual, construido en los años cuarenta del siglo pasado.

El Túnel de Vielha se encuentra situado en la provincia de Lleida, entre los pk 150,9 y 156,2 de la carretera N-230, de Tortosa a Francia por el Valle de Arán.

La idea de construir el Túnel de Vielha fue defendida por el gobernador liberal Pascual Madoz y transformada en Proyecto por los ingenieros franceses Auriol y Partiot en el año 1830. Sin embargo, no sería hasta un siglo después, cuando Alfonso XII ordena la ejecución de las obras. Estas comenzaron el mes de marzo de 1926 y en el año 1941 ya se había horadado la montaña, no obstante, hubo que esperar hasta el mes de mayo de 1948 para abrirlo al tráfico; constituyendo, entonces, la principal obra de ingeniería realizada por España y Francia en el Pirineo Central.

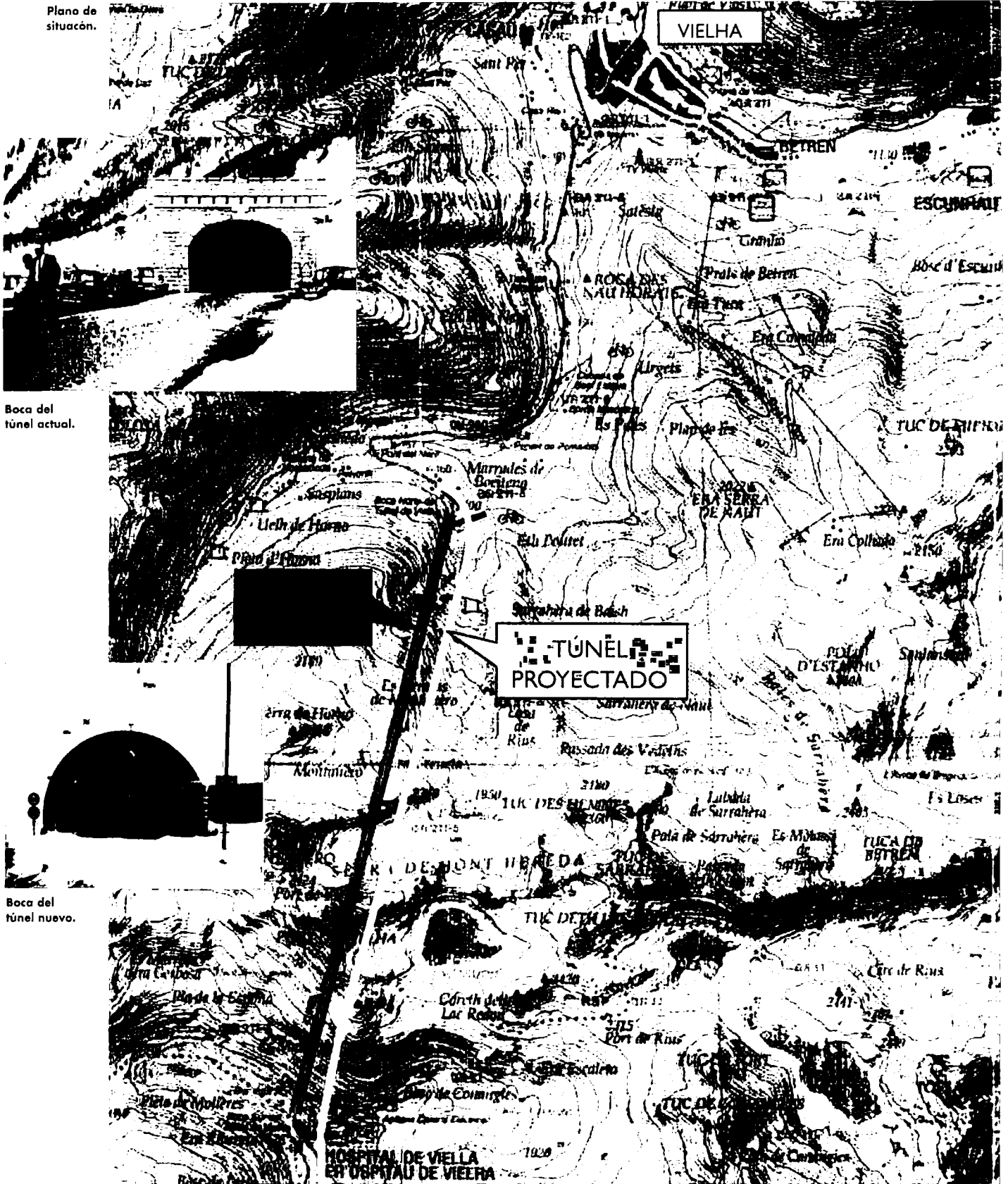
El actual Túnel de Vielha tiene una longitud de 5.240 m con dos carriles de 3 m de ancho, dos aceras de 0,50 m y una pendiente media del 5%. Tiene un trazado recto, ya que

inicialmente estaba proyectado para el ferrocarril. Su orientación es aproximadamente Sur - Norte. Hay que destacar que las bocas de túnel se encuentran a altitudes elevadas (Boca Sur 1.630 m y Boca Norte 1.320 m) lo que obliga a realizar frecuentemente operaciones de vialidad invernal para mantener un nivel de servicio adecuado.

Instalaciones y equipamientos

Desde la puesta en servicio del Túnel se han ido realizando progresivamente mejoras en sus instalaciones tales como la construcción de falsos túneles curvos en las bocas, para reducir la elevada velocidad del aire, dirección Norte-Sur, producida por el efecto chimenea en condiciones de tiro natural. Se ha construido una galería de ventilación desde los aledaños de la Boca Norte, paralela al tubo principal, de 1.600 m de longitud. Se ha revestido el túnel con tela impermeabilizante. Se le ha dotado de una potente iluminación, de un sistema de venti-

Plano de situación.



Boca del túnel actual.

Boca del túnel nuevo.

lación (8 ventiladores por boca, detectores de CO y Opacímetros) y de detección de incendios. Se ha implantado la posibilidad de telefonía móvil con cobertura GSM en todo túnel, un sistema de interfonía (Postes SOS) y megafonía y, también, un circuito cerrado de televisión.

En la actualidad el túnel dispone de los siguientes equipamientos fijos:

A) Sistema de ventilación, para la renovación del aire interior del Túnel, se ha dispuesto la ventilación longitudinal por medio de 16 ventiladores de chorro reversible, 8 en una boca y otros en la otra. Este tipo de ventilación es la única posible debido a las características geométricas del Túnel.

B) Suministro de energía eléctrica a todos los sistemas se realiza a través de un transformador 1600 KVA sito en la zona de Boca Norte (CT-1), tres transformadores de 100 KVA en el interior del túnel zonas: CT-2, CT-3 y CT-4 y por último un transformador de 630 KVA en zona Boca Sur (CT-5), todos ellos a 25Kv de entrada (primario) y 380 V de salida (secundario).

Las canalizaciones están realizadas desde los centros de transformación hasta los cuadros generales de protección, situados en zonas exteriores Boca Norte y Boca Sur y los tres centros interiores. A lo largo del túnel existen unas bandejas portacables de PVC de dimensiones 150 x 60 mm en la zona cenital.

Cada cuadro de protección consta de un armario metálico con la capacidad suficiente para el alojamiento de todos los elementos de maniobra y protección. Los cuadros de protección van alojados en los centros de transformación de interiores. Los contadores se encuentran en el exterior del CT1 y en el interior del CT5. La protección contra contactos indirectos se efectúa mediante puesta a tierra de relé diferencia del alta sensibilidad.

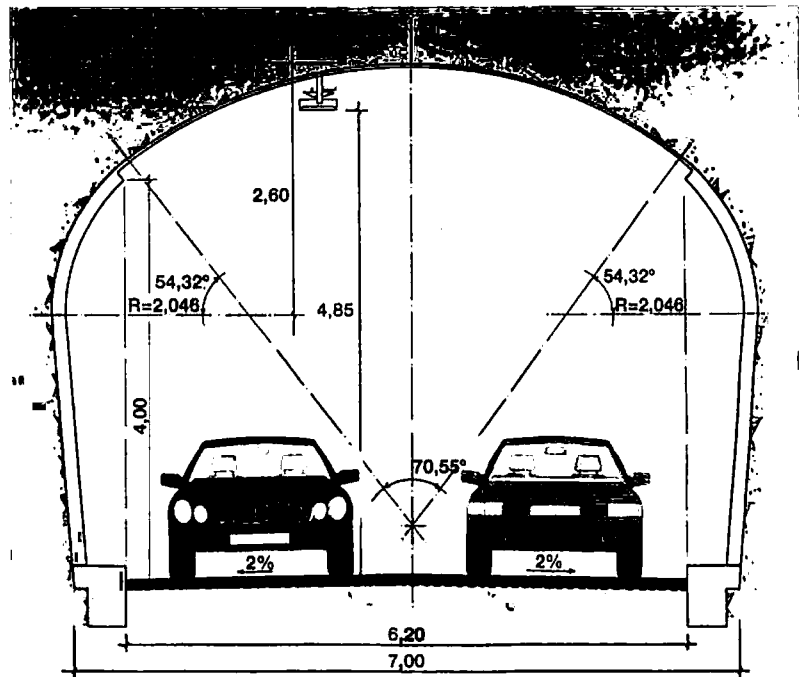
C) Iluminación: la iluminación está compuesta por 692 luminarias VSAP de 100 w de potencia y 285 de 400 w, dispuestas cenitalmente en el interior del túnel. En el exterior se disponen 11 báculos en el acceso Sur y 13 en el Norte.

Los niveles de iluminación en las bocas son dos: diurno y nocturno, en el interior solamente existe un nivel durante las 24 horas del día.

Las luminarias y proyectores utilizados en el túnel han sido fabricados especialmente para el túnel de Biela.

D) Señalización: el túnel se encuentra señalizado siguiendo la norma B.I.I.C, destacando que en el túnel está prohibido el adelantamiento y la velocidad máxima permitida es de 60 Km/h.

E) Circuito cerrado de televisión: consta de 20 cámaras de video: 18 en el interior (en blanco y negro y fijas) colocadas aproximadamente cada 300 m y 2 en el exterior (en color y móviles) colocadas una en cada boca.



SECCIÓN TIPO TÚNEL ACTUAL

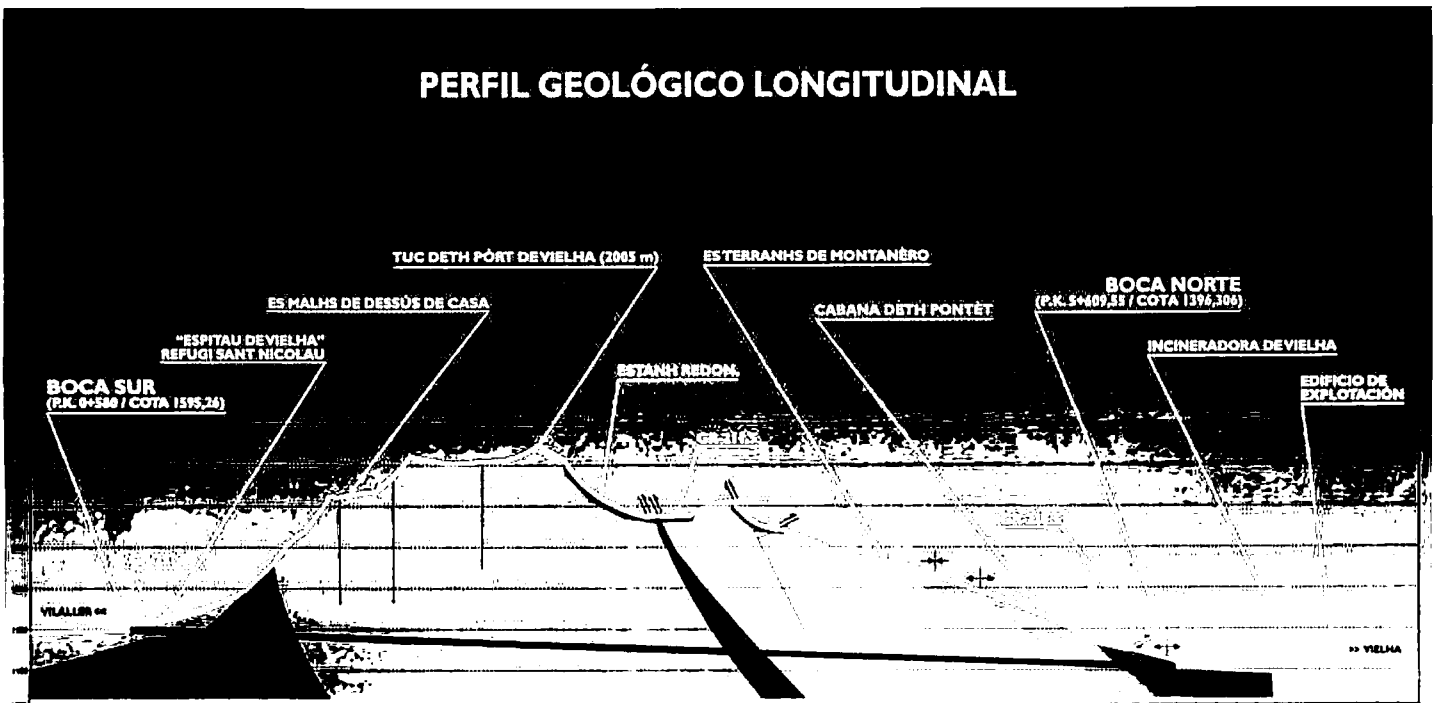
Estas cámaras están controladas por un ordenador situado en el centro de control, dedicado exclusivamente a la vigilancia por TV. Un vídeo graba constantemente las imágenes captadas por la cámara situada en la Boca Sur y se dispone de 4 monitores de 14 pulgadas para visualizar las imágenes de las cámaras.

F) Cobertura GSM y Postes SOS: el túnel dispone de cobertura telefónica GSM, tanto en el exterior como el interior del mismo. Los repetidores están instalados en los Centros de transformación del túnel (CT 1, 2, 3, 4 y 5). Se ha instalado un sistema de postes S.O.S. para poder atender cualquier incidencia que se pueda originar tanto en el interior, como en las mediaciones de las bocas del túnel. Este sistema está conectado directamente con el centro de control y consta de una red compuesta de 27 postes principales, de los cuales 2 están en el exterior del túnel, uno en cada boca y 25 en el interior.

G) Radiocomunicaciones: el centro de control dispone de emisora interna para comunicarse con sus operarios de un lado al otro del túnel pero no se dispone de cobertura interior.

H) Detección y extinción de incendios: la detección de incendios se realiza mediante un detector lineal (orline) alimentado por red que controla el estado del cable situado a lo largo de la clave del túnel, determinando situaciones de anomalía por rotura y sabotaje. Señalización de avería al agotar la autonomía de baterías de emergencia, etc.

PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL



LEYENDA GEOLÓGICA

	MORRENA		FM, CIVIS (DEVÓNICO)		PIZARRAS NEGRUZCAS (SILÚRICO)
	GRANODIORITA "A"		METAGRAUVACASY CUARCITAS		COLUVIAL
	GRANODIORITA "B"		F. METAGRAUVACAS, CUARCITAS Y PIZARRAS (CARBONIFERO)		CABALGAMIENTO / FALLA INVERSA
	CALIZAS		PIZARRAS (CARBONIFERO)		FALLA NORMAL
					TÚNEL

Para la extinción de incendios se cuenta con 30 extintores, de una capacidad de 6 kg y una eficacia de 2l A, colocados en los nichos SOS y en los centros de transformación.

En caso de incendio, la alarma se transmite al sistema de control, el cual automáticamente cierra el tráfico del túnel, siguiendo los pasos siguientes: primero pone los semáforos en rojo y al cabo de unos segundos baja las barreras impidiendo la entrada de vehículos. A su vez la alarma de incendio facilita al ordenador la situación donde se ha producido el mismo y procede a arrancar la ventilación para desalojar los humos por el camino más rápido posible. Esto quiere decir que se ubica el foco y se determina cuál de las dos bocas es la más cercana a se punto, para dirigir hacia ella la salida de humos.

Las necesidades actuales del tráfico motivaron que el Ministerio de Fomento promoviera en el año 2000 la construcción de un segundo túnel paralelo al anterior, ya que el actual no permite mejoras de diseño y capacidad.

Las obras comenzaron en el año 2002 y se han finalizado recientemente.

Descripción General de las obras

El proyecto de una obra subterránea como la presente reúne, dada su naturaleza, varios apartados diferenciados que pueden resumirse a grandes rasgos de la siguiente manera:

- Obras del túnel, en las que cabe diferenciar varios aspectos, la propia sección de túnel, galerías de conexión con el túnel actual, galería de servicios, etc.

—Bocas Norte y Sur del túnel, incluyendo reordenación de accesos, nuevas entradas en túnel, y conexión con el túnel actual.

—Edificios de ventilación en ambas bocas, dada la longitud del túnel.

—Edificio de explotación y mantenimiento, situado a unos 500 m de la Boca Norte.

Dentro de las obras mencionadas, se distinguen tres grandes capítulos:

- Ingeniería Civil de túnel y accesos,
- Instalaciones y Equipamientos,
- Arquitectura de los edificios de ventilación y de explotación.

Tráfico

La previsión de tráfico de diseño es una I.M.D. de 12.416 vehículos/día en el año 2030.

Descripción de las obras del túnel

Sección de túnel

La sección de túnel consta de tres carriles, de los que dos están destinados al tráfico en sentido Lleida (rampa del 4,57% de pendiente). Esta pendiente es la que lleva aproximadamente el túnel actual, y es necesario mantener este paralelismo para aprovechar la excavación de la galería de ventilación del túnel actual y para disponer galerías de conexión con dicho túnel, repartidas cada 40 m en toda la longitud del trazado.

Siguiendo la dirección de los puntos kilométricos empleados (de S a N), a la izquierda de la sección se dispone una acera de 1 m, un caz de recogida de vertidos contaminantes, (bajo el cual circula un colector de recogida) arcén de 1 m, y a la derecha se dispone de arcén de 1 m, y acera de 1 m bajo la cual se disponen unas canalizaciones para previsión de cableado en un futuro.

Datos principales

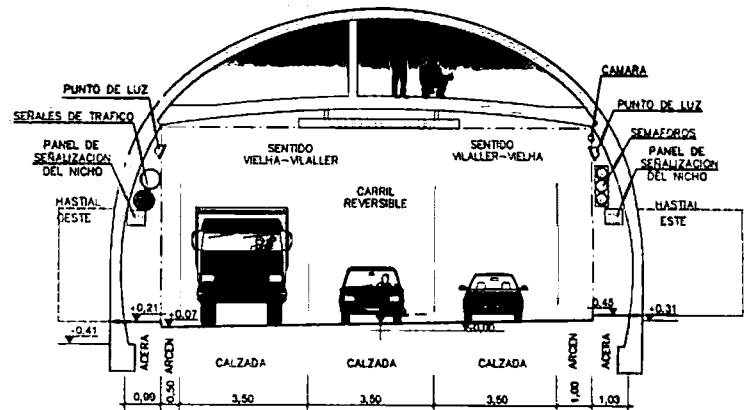
Longitud del proyecto	6.572,815 m
Longitud del túnel	5.230,000 m
Sección tipo normal en túnel:	
– 3 carriles de 3,50 m	
– 2 arceles de 0,5 m y 1,0 m	
– 2 aceras de 1,00 m	
Gálibo mínimo:	5,29 m
Pendiente máxima del túnel:	4,57%
Radio mínimo en túnel:	450 m
Velocidad específica:	80 km/h
Sección total:	127 m ² de excavación

La sección interior una vez revestido el túnel será de 95 m² de sección útil con 78 m² de sección libre de circulación

Galería de servicios

Bajo el pavimento del túnel se dispone una galería de servicios de 3 x 2,25 m. Por la que se llevan los cables de media tensión (doble acometida con cable de reserva), los

SECCIÓN TÚNEL ACABADO



conductores de alimentación de los cuadros secundarios de nichos, los conductores de alimentación de las luminarias del interior del túnel, conductores de señales débiles (GTC, detección de incendios, megafonía...) además de la tubería que alimenta a los hidrantes situados en los nichos de incendio.

Elementos de seguridad

En concepto a la concepción lineal del túnel, se dispone de los siguientes elementos fundamentales que configuran a los esquemas de seguridad vial y contra incendios.

- Nichos de seguridad y nichos de incendios, cada 200 m (25 ud cada uno). Se disponen en la misma sección del túnel enfrentados entre sí.
- Refugios, coincidentes con las galerías de conexión con el túnel actual, situados cada 400 m (12 ud).
- Apartaderos o anchurones de 30 m de longitud, cada 550 m aproximadamente (8 ud).

Además de estos elementos se dispone de equipamientos e instalaciones para la explotación y control del túnel, tanto en servicio como en condiciones extraordinarias.

Instalaciones y equipamientos

Las instalaciones proyectadas en el túnel de Vielha son las siguientes:

- Red de media tensión.
- Alimentación eléctrica en baja tensión de todas las instalaciones y edificios.
- Ventilación en túnel y galería de servicios.



Sistema de ventilación.

- Red de aire a presión para ventilación en locales técnicos.
- Red de agua contra incendios a lo largo del túnel: hidrantes en hastial derecho.
- Red de agua contra incendios a lo largo del túnel: rociadores en techo.
- Iluminación de túnel, galerías y otros locales técnicos.
- Iluminación exterior de accesos.
- Señalización vertical complementaria a la señalización ordinaria.
- Señalización horizontal luminosa (leds y balizas) en carril reversible.
- Balizamiento y emergencia del túnel.
- Semáforos y barreras en bocas de túnel.
- Postes SOS.
- Circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Red de telefonía en el interior del túnel.
- Sistema de detección de incendios.
- Radiocomunicaciones.
- Gestión técnica centralizada (GTC).
- Equipamiento de nichos, refugios y locales técnicos.
- Megafonía en el interior del túnel.
- Detección automática de incidentes (DAI).
- Hilo radiante en áreas de cambio de cadenas.
- Reubicación de ventiladores en túnel actual.

Ventilación

La ventilación se dispone de la siguiente manera: desde cada boca se ventila aproximadamente la mitad de la longitud del túnel. Los conductos de ventilación de cada boca son dos y están situados ambos sobre el falso techo del túnel. Los cantones adyacentes a las estaciones de ventilación tienen el conducto de ventilación dividido por un tabique para crear dos alvéolos que permitan ventilar los

dos cantones que se asocian a cada estación. Cantones que están servidos por un ventilador de aire fresco y otro de extracción de aire viciado, con posibilidad de socorro del cantón vecino.

Se trata de una solución con ventilación semitransversal reversible, que permite confinar un incendio en el interior del túnel, con extracción en la zona próxima al incendio e impulsión en las zonas anexas, para crear una sobrepresión en ellas. La salida de humos hacia el falso techo desde la sección "destinada al usuario" se realiza mediante trampillas situadas en el falso techo cada 100m.

Iluminación

La instalación se ha dividido en partes que corresponden a utilizaciones específicas:

- Interior del túnel
- Balizamiento y emergencia del túnel
- Falso techo
- Galería de servicios

En el interior del túnel se han previsto los siguientes regímenes de funcionamiento:

- Régimen día soleado.
- Régimen día nublado.
- Régimen permanente día.
- Régimen permanente noche.
- Régimen de socorro.

La iluminación interior del túnel se puede dividir en tres partes diferenciadas:

- Iluminación básica

En régimen permanente de día, estará encendida únicamente la iluminación básica.

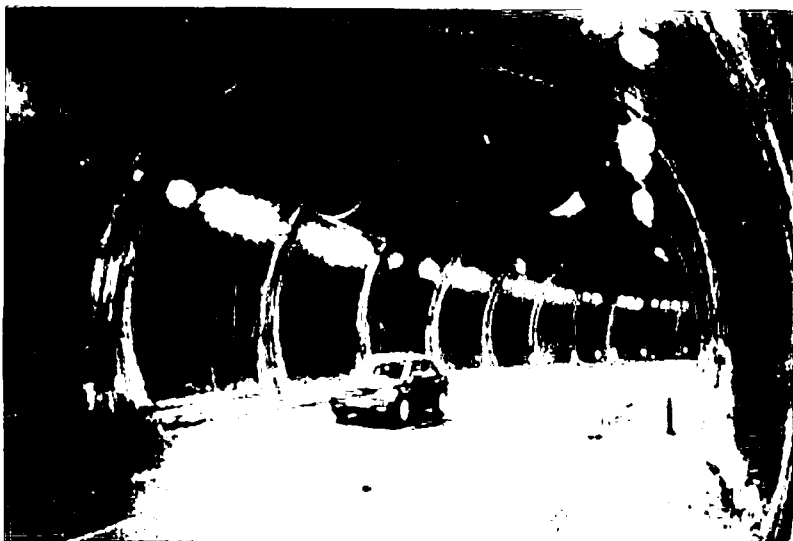
En régimen permanente de noche, estará encendida únicamente la iluminación básica, que se regulará a un 60% de su nivel máximo. Habrá niveles de regulación posibles, teniendo mas versatilidad su explotación.

- Iluminación de refuerzo

Se utilizara únicamente en el período diurno, superponiéndose al sistema básico en la entrada del túnel (zonas umbral y transición), con el fin de evitar deslumbramientos y lograr la adaptación progresiva a la iluminación interior.

- Iluminación de socorro

Estará compuesta por el 50% de la iluminación básica, alimentándose los circuitos desde los cuadros eléctricos de so-



Iluminación.

corro que, a su vez, están conectados a los equipos de alimentación ininterrumpida y a los cuadros de conmutación red-grupo electrógeno.

- El alumbrado de balizamiento de emergencia

Se conseguirá mediante la instalación de luminarias fluorescentes de dos tubos con baterías para una autonomía de 2 horas, instaladas a 1,0 m de altura sobre la acera en ambos hastiales; desde el centro de control se podrá disponer de la información necesaria acerca del estado de las baterías. El alumbrado de balizamiento se dispone mediante hublots de diodos fotoluminiscentes.

Accesos

Existen 2 enlaces que, a distinto nivel, conectan el túnel actual con el proyectado en ambas bocas:

Sección tipo en tronco:

- arcenes 2 x 1,5 m
- carriles 2 x 3,5 m
- bermas 2 x 0,5 m

Sección tipo en ramales unidireccionales:

- Arcén izquierdo 0,5 m
- Calzada 4,0 m
- Arcén derecho 1,5 m
- Bermas 0,5 m

Existen 2 zonas de cambio de cadenas con hilo radiante, una en cada bocal del túnel.

Alumbrado exterior: (control mediante detector fotoeléctrico y regulador de flujo luminoso):

- Boca Sur: 44 luminarias v.s.a.p. 250 w sobre columna de 12 m
4 luminarias v.s.a.p. 150 w en marco-pérgola
- Boca Norte: 52 luminarias v.s.a.p. 250 w sobre columna de 12 m

Estructuras

- Puente de vigas de 2 vanos (45 + 45 m) en boca norte.
- Marco-pérgola en boca sur de 56 m de longitud.
- Paso inferior en boca norte.
- Cut & Cover (túnel artificial en boca sur) de 67,19 m. Losa de falso techo en el túnel, para separar la sección del usuario de los cantones de ventilación.

El túnel. Proceso constructivo

Procedimiento constructivo

El procedimiento previsto en proyecto para la construcción del túnel de Vielha, seguirá los principios básicos del nuevo Método Austríaco de Construcción de Túneles (N.M.A.).

El N.M.A. supone la colocación de sostenimientos delgados y flexibles para aprovechar la capacidad autoportante de la roca, compatibilizando la excavación con la auscultación de los tramos de túnel ejecutados, de forma que asegure la idoneidad de los sostenimientos instalados.

Sostenimientos

Para el túnel principal se han diseñado seis tipos de sostenimiento y uno más para las secciones de los apartaderos. Están compuestos de hormigón proyectado, bulones, malla de acero y eventualmente cerchas. Las cerchas serán ligeras y pesadas, tipo TH-21, HEB-180, etc.

Las configuraciones de los sostenimientos son las siguientes:

TIPO I A

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 3 cm de espesor.

Bulones de 4 m de longitud con una densidad de 1 por cada 2 m².

TIPO I B

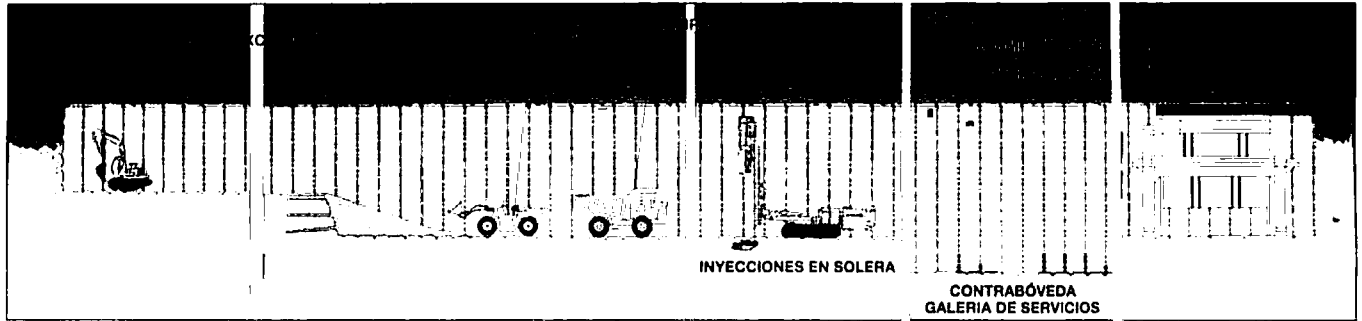
Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 7 cm de espesor.

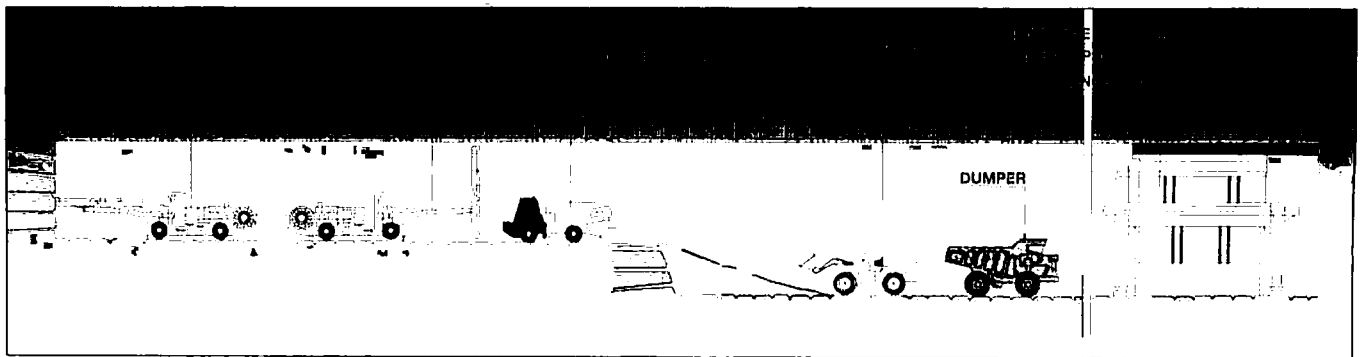
Mallazo entre capas de hormigón proyectado.

Bulones de 4 m de longitud con una densidad de 1 por cada 2 m².

ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



EXCAVACIÓN EN MORRENAS



EXCAVACIÓN EN GRANITOS Y PIZARRAS

TIPO 2

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 6 cm de espesor.
- Tercera capa de 6 cm de espesor.

Mallazo entre capas de hormigón proyectado.

TIPO 3 A

Cercha TH-21 entre la primera y segunda capa de hormigón proyectado que la envuelve.

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 11 cm de espesor que embebe cercha.
- Tercera capa de 3 cm de espesor.

Mallazo entre la segunda y tercera capa de hormigón proyectado.

Bulones de 4 m de longitud con una densidad de 1 por cada 1,5m².

TIPO 3 B

Cercha EHB-180

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 9 cm de espesor que embebe cercha.
- Tercera capa de 9 cm de espesor.

Bulones de 4 m de longitud con una densidad de 1 por cada 1,5m².

TIPO 4

Paraguas de micropilotes de 150 mm de diámetro y 12 m de longitud.

Cercha HEB-180

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 10 cm de espesor que embebe cercha.
- Tercera capa de 10 cm de espesor.

Sostenimiento en apartaderos

Hormigón proyectado:

- Capa de sellado: 3 cm con fibras metálicas.
- Segunda capa de 7 cm de espesor que embebe cercha.
- Tercera capa de 7 cm de espesor.

Mallazo entre capas de hormigón proyectado.

Bulones de 5 m de longitud con una densidad de 1 por cada 1 m².

Instalaciones y equipos

Alimentación eléctrica

La concepción del esquema de alimentación eléctrica para todas las instalaciones del túnel es la siguiente: se dispone de un centro de transformación en cada boca y dos intermedios. La alimentación eléctrica es doble, una por cada boca, y se realiza mediante un cable de M.T. por la galería de servicios que se transforma a B.T. en los C.T.

Es de destacar la redundancia en la alimentación eléctrica, obtenida en media tensión de dos fuentes distintas, un grupo electrógeno y un SAI de 2 horas de autonomía.

Media Tensión

- Tensión de alimentación: 25 kV.
- Doble acometida (boca sur y boca norte).
- 5 centros de transformación con conmutación automática, integrando el túnel actual, y redundancia de transformadores.
- 49 km de cable de aluminio armado 18/30 kV tipo DH-ZIFAZI 1 x 150/16 mm².
- 10 transformadores secos túnel nuevo (4 x 2.000 + 2 x 630 + 4 x 160 kVA).
- 2 transformadores secos existentes reubicados (2.000 + 1.600 kVA).
- 3 transformadores secos sustituidos en túnel actual por aumento de potencia (3 x 400 kVA).

Baja Tensión

- Cuadros generales de distribución en cada una de las cinco estaciones eléctricas (alimentación normal y alimentación de socorro).
- Cuadros de protección y maniobra en centros de transformación del túnel actual, debido a la reubicación de los ventiladores a lo largo del túnel.
- Sistema de alimentación ininterrumpida en las estaciones eléctricas EEI:4 y en Centro de Explotación y Mantenimiento (5x 130 kVA).

- Baterías de condensadores fijas en las estaciones eléctricas (4 x 125 + 2 x 37,5 + 4 x 12,5 kVAr).

Iluminación

- 1.092 Luminarias de vapor de sodio alta presión en interior del túnel, ubicadas en ambos hastiales a 4,85 m de altura.
- 94 Luminarias de vapor de sodio alta presión en paso inferior de salida boca norte del túnel actual, ubicadas de forma cenital.
- 2 Liminancímetros y 12 reguladores de flujo luminoso para control del encendido en bocas.
- 422 Luminarias de balizamiento y emergencia en interior del túnel ubicadas en ambos hastiales a 1 m de altura.
- 20 Luminarias de balizamiento y emergencia en paso inferior de salida boca norte del túnel actual, ubicadas en ambos hastiales de 1 m de altura.
- 800 Hublots con lámpara fluorescente de ahorro de energía en cantones de ventilación.
- 1.140 Luminarias fluorescentes estancas IP-55 1 X 36 w. A. F. en galerías de servicio.
- 407 Aparatos autónomos de emergencia fluorescentes estancos IP-66 de 360 lm en cantones de ventilación.
- 320 Aparatos autónomos de emergencia fluorescentes estancos IP-66 de 170 lm en galería de servicios.

Ventilación

Túnel nuevo

Sistema semitransversal en túnel, con estaciones de ventilación instaladas en cada una de las bocas y una disposición de 4 cantones de longitudes comprendidas entre 1.210 m y 1330 m. Se disponen los siguientes ventiladores:

- Ventilador axial de impulsión de aire fresco en cantón 1, de 341 kW.
- Ventilador axial de extracción de humos en cantón 1, de 592 kW.
- Ventilador axial de impulsión de aire fresco en cantón 2, de 488 kW.
- Ventilador axial de extracción de humos en cantón 2, de 592 kW.
- Ventilador axial de impulsión de aire fresco en cantón 3, de 368 kW.
- Ventilador axial de extracción de humos en cantón 3, de 495 kW.
- Ventilador axial de impulsión de aire fresco en cantón 4, de 238 kW.
- Ventilador axial de extracción de humos en cantón 4, de 495 kW.

En condiciones de servicio se introduce aire fresco en todos los cantones, con salida del aire contaminado por las bocas.

En caso de incendio en un cantón, se extraen los humos en dicho cantón mediante la actuación de un ventilador específico, introduciendo aire fresco en los otros cantones para controlar la progresión de los humos.

Sistema longitudinal en galería de servicios, con extracción de humos mediante un ventilador axial de 65 kW/Ud desde cada uno de los extremos.

Sistema de ventilación de nichos, locales técnicos, refugios y galerías de conexión, compuesto por ventiladores centrífugos de doble velocidad de 60 kW/Ud, para responder a los dos casos previstos: régimen mínimo de explotación normal y régimen máximo en caso de incendio. Se instalarán 2 unidades (1 reserva) en cada uno de los extremos.

Un ventilador centrífugo para ventilación de la estación de ventilación de cada boca, de 6kW/Ud.

Túnel Actual

— Red de hidrantes-bies, compuesta por:

- 1 depósito de 120 m³, ubicado en el edificio de boca norte.
- 1 sistema de impulsión, compuesto por 4 bombas principales de 125 CV y 2 bombas jockey de 30 CV con aparellaje eléctrico canalización de fundición dúctil, valvulería y accesorios.
- 25 hidrantes de columna seca, ubicados en nichos de incendios.

—Red de rociadores:

- 1 depósito de 540 m³, ubicado en el edificio de boca sur, alimentado por el grupo de presión de boca norte.
- 1 sistema de impulsión, compuesto por 2 bombas de 220 CV con aparellaje eléctrico. 1 canalización de fundición dúctil, valvulería y accesorios.
- Rociadores de tipo abierto (sin cápsula).
- 50 puestos de control.

Señalización vertical complementaria

Accesos al túnel

- 4 (2 por boca) paneles gráficos y de mensaje variable (3 líneas de 18 caracteres en la zona alfanumérica del panel) con sistemas de control de gálibo por barrera de infrarrojos instalada en el pórtico del panel y espirales electromagnéticas bajo el pavimento.
- 6 (3 por boca) paneles gráficos y de mensaje variable con señalización acústica (3 líneas de 18 caracteres en la zona alfanumérica del panel).
- 2 (1 por boca) Sistemas de control de gálibo mediante barrera de infrarrojos instalada en columnas y mediante espiras inductivas bajo el pavimento.

- 2 (1 por boca) Barreras suspendidas sobre la calzada marcando el gálibo máximo permitido en el interior del túnel.
- Sistema de fibra óptica para la transmisión de señales de control de los distintos elementos.

Bocas del túnel

- 4 (2 por boca) Semáforos tricolor.
- 2 (1 por boca) Parejas de semáforos ámbar-ámbar.
- 2 (1 por boca) Barreras automáticas para el cierre del paso al interior del túnel.

Interior del túnel

- 12 paneles de mensaje variable (1 línea de 18 caracteres) agrupados por parejas, uno hacia cada sentido de circulación.
- 36 Cuadros de señalización de carriles con aspa o flecha verde vertical (en grupos de 6, siendo 3 visibles desde cada sentido de circulación).
- 26 Semáforos bicolor (rojo-ámbar) de LED's (cada 400 m aproximadamente habrá dos, uno en cada hastial mirando hacia cada sentido de circulación).
- 12 Señales de tráfico luminosas de limitación de velocidad a 80 km/h (cada 400 m aproximadamente., alternando el sentido de circulación que las visualizará)
- 12 Señales de tráfico luminosas de prohibición de parada injustificada (cada 400 m aproximadamente, alternando el sentido de la circulación que las visualizará)
- Señales luminosas señalando la ubicación de las salidas de emergencia por las galerías de conexión, de preseñalización de las salidas del túnel de posicionamiento de los apartaderos y de preseñalización de los apartaderos.
- Carteles indicadores de las posiciones de arquetas de drenaje, estaciones eléctricas e hidrantes.
- Señales fotoluminiscentes para indicar las distancias de emergencia por las galerías de conexión más cercanas.
- Resina fotoluminiscentes para señalar las puertas de acceso al refugio, a través de los cuales se tendrá acceso a las vías de evacuación por las galerías.

Circuito cerrado de televisión

- 67 Cámaras de 1/2'', conmutables entre B/N y color en función de la luminosidad, a instalar cada 100 m en el túnel, en el interior de refugios y en los accesos, con ópticas fijas de 35 mm para cámaras interiores y de zoom de 8/120 mm para exteriores, que a su vez serán posicionables desde el centro de control, con carcasas, soportes, posicionadores y otros elementos necesarios.
- 15 monitores en color de 17''



Radiocomunicación.

Telefonía

- Centralita digital privada para dar servicio a terminales instalados en el túnel, en los edificios de las bocas y en el centro de mantenimiento y explotación.
- Terminales telefónicos para acceso directo con servicios de socorro y seguridad.
- Terminales telefónicos a instalas en Estaciones Eléctricas y de Ventilación (con un timbre mural para mejorar la sonoridad).
- Módems para telegestión de la compañía eléctrica de sus acometidas.
- Red de cable de pares de cobre para la transmisión de la señal telefónica.

Detección y extinción de incendios

- PC con el software de control de los dos subsistemas siguientes:

Detección en el túnel

- Sistema lineal de detección de incendios a través de medida de temperaturas mediante cable sensor instalado bajo la losa del techo del túnel.

Detección y extinción en galería de servicios y estaciones eléctricas

- Centralitas de incendios ubicadas en las Estaciones Eléctricas y en el Centro de Control del túnel.

- Detectores ópticos de humos, analógicos y direccionales por las centrales.
- Pulsadores de disparo y de bloqueo de la extinción, sirenas de prealarma de activación de la extinción y letreros luminosos de extinción disparada.
- Generadores de aerosol para la extinción seca, con las tarjetas divisoras de tensión necesarias para su activación y las fuentes para su alimentación.

Radiocomunicaciones

- Antenas para proporcionar cobertura en el túnel (FM comercial, VHF 2m y VHF 4m) y para recibir y transmitir señales al exterior.
- Cable radiante para proporcionar cobertura en la galería de servicios (VHF 2m y VHF 4m).
- Equipos repetidores para las señales exteriores e interiores (FM comercial, VHF 2m y VHF 4m), alimentando a todos los sistemas radiantes existentes.

Gestión técnica centralizada

- Medidores de CO₂ y de opacidad, anemómetros y estaciones meteorológicas distribuidos a lo largo del túnel y en las bocas, para control de ventilación.
- Sistemas de control de accesos a galería de servicios y lo cales técnicos.
- Autómatas programables para recogida de señales y control de determinadas funciones en el túnel, y autómatas integradores de los distintos sistemas del túnel en el Centro de Control, con las redundancias necesarias para garantizar la seguridad del sistema.

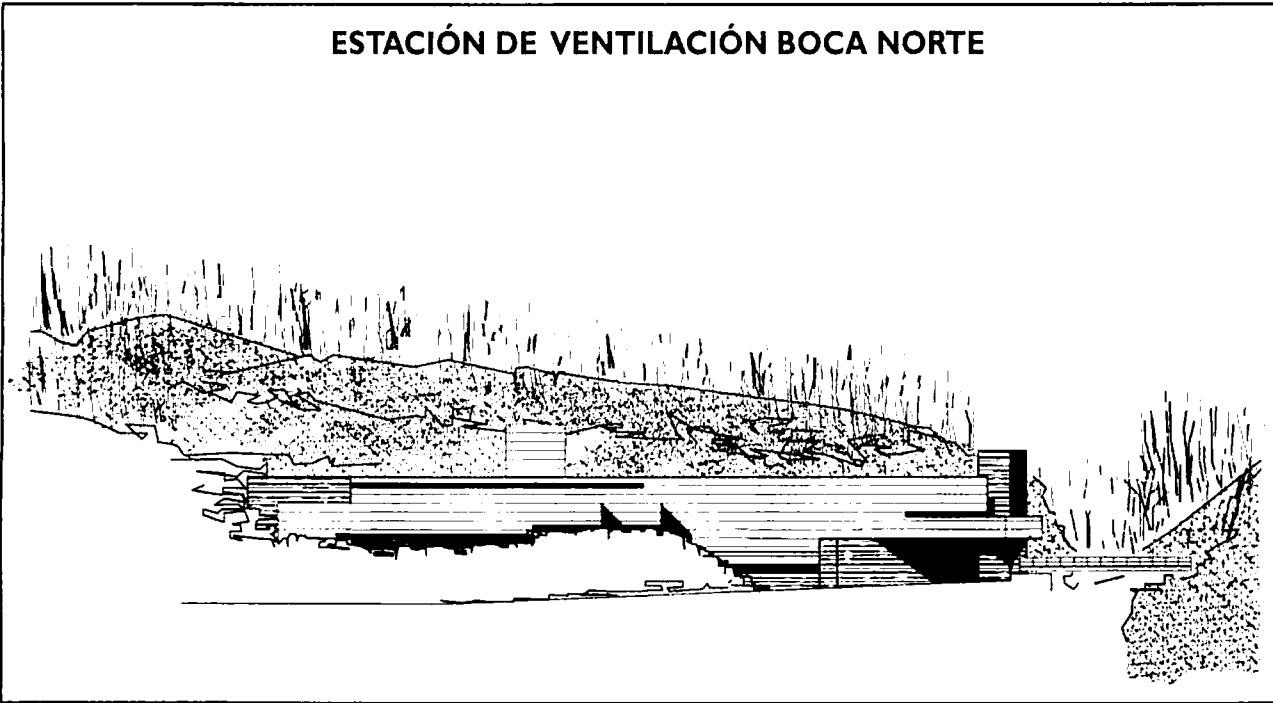
Equipamiento de nichos, refugios y locales técnicos

- Postes SOS para interior y exterior, ubicados en refugios, nichos y apartaderos, con interfono, extintores, pulsador de alarma de incendios y baliza luminosa para su instalación en el exterior de los recintos para facilitar su localización.

Megafonía

- Altavoces de 50 W para sonorización del túnel y de las bocas.
- Altavoces de 20 W para sonorización de los refugios.
- Amplificadores de 360 y de 240 W ubicados en las Estaciones Eléctricas.

ESTACIÓN DE VENTILACIÓN BOCA NORTE



Arquitectura

Estación de ventilación en boca sur (1.322,5 M³)

- Planta sótano:
 - Galería de servicios del túnel
 - Cuarto ventiladores locales técnicos anexos al túnel
 - Depósito de agua de 540 m³ (semisótano)
 - Depósito de residuos contaminantes
- Planta baja:
 - Acceso rodado al edificio
 - Sala bombas de presión de rociadores
 - Comunicaciones verticales mediante escalera
- Planta superior:
 - Sala ventiladores del túnel y conductos

- Sala de baja tensión
- Sala de media tensión
- Sala ventiladores cuartos técnicos
- Sala grupo electrógeno
- Vestuarios y aseos

Estación de ventilación en boca norte (2.220,5 m³)

- Integrado en el espacio que queda entre el estribo del puente al borde de un pronunciado barranco y la pared vertical de roca del emboquille del túnel, conteniendo en su interior:
 - Sala ventiladores del túnel y conductos
 - Sala de media tensión
 - Sala de baja tensión

Capacidad de los vertederos

De acuerdo con los criterios establecidos se han obtenido los siguientes resultados:

Vertedero	Volumen escombros (m ³)	Volumen tierra vegetal extendida (m ³)	Volumen de suelo subsupef. Extendido (m ³)	Volumen total (m ³)
Instalaciones	41.500	6.225	6.225	41.500
A2	34.145	8.158	8.158	50.460
A2	210.462	9.299	9.229	229.061
B1	460.012	25.214	25.214	510.445
Total	743.120	48.896	48.896	831.466

Sala grupo electrógeno
 Aseos
 Sala bombas de presión de la red de agua contra incendios
 Depósito de agua 120 m³.

Edificio de explotación y mantenimiento (2.810,8 m²)

Integrado en el entorno con edificaciones en dos plataformas a diferentes alturas paralelas a las curvas de nivel compuesto por:

- Edificio naves: Nave almacén sal, Nave garaje, Nave taller, con aseo y sala de grupo electrógeno.
- Edificio control: Albergue, aseos, sala exposiciones, sala de calderas, sala de bombas (planta primera), sala de crisis, despachos, aseos y vivienda (planta segunda)
- Urbanización: Centro para repostaje de vehículos (uso propio), zona aparcamientos y zonas ajardinadas.

Medidas correctoras de impacto ambiental

Medidas correctoras adicionales en los vertederos

Volumen de escombros

El volumen inicial a depositar es de 746.120 m³. No obstante este volumen se verá reducido en función de la reutilización del material procedente de la excavación, especialmente granito, para la fabricación del hormigón.

Criterio de diseño de los vertederos

La ubicación de los vertederos está determinada por los antecedentes del proyecto (Estudio de Impacto Ambiental y Declaración de Impacto. Las zonas A2 y A3 son áreas degradadas.

La zona A2 situada en las inmediaciones de la boca sur del túnel actual está ocupada por escombros procedentes de diferentes obras de mejora del túnel, la zona A3 se sitúa aguas debajo de la presa de Moralets.

El uso del suelo de la zona de ocupación del B1 corresponde a prados alternados con masas arbustivas y arbóreas.

Se han restaurado los vertederos existentes. Situada en la margen derecha de la CN-230 a 3.5 y 4 Km respectivamente de la boca Norte, que se utilizaron para materiales de la galería de ventilación. ♦

Cifras significativas del proyecto

Presupuesto de ejecución material	100.167.105,74 €
Presupuesto de ejecución por contrata	142.918.426,46 €
Expropiaciones e indemnizaciones	101.347,44 €
Presupuesto para conoc. de la administración	143.019.773,90 €
Seguridad y salud	1.606.115,43 €
Medidas correctoras de impacto ambiental	1.323.540,17 €

Datos de trazado

Longitud del tronco	6.572,8 m
Longitud en túnel	5.230,0 m
Longitud de ramales unidireccionales	1.710,9 m
Altitud Boca Sur	1.594,7 m
Altitud Boca Norte.	1.395,8 m

Mediciones

Excavación en túnel	671.337 m ³
Bulones	342.888 m
Cerchas	1.083.27 kg
Malla electrosoldada	1.594,7 m
Micropilotes	39.289 m
Hormigón proyectado	35.210 m ³
Hormigón revestimiento	126.461 m ³
Hormigón en masa y magro	54.706 m ³
Hormigón armado	35.279 m ³
Impermeabilizaciones en túnel	232.876 m ²
Pilotes 1000 mm	414 m
Pilotes 300 mm	25.857 m
Acero para armar	8.427.336 kg
Anclajes en muros de boca sur	239 ud
Mezclas bituminosas	25.938 Tn
Hormigón vibrado en pavimento rígido	14.887 m ³
Excavación en desmontes	130.815 m ³
Terraplenes	33.340 m ³
Cable de media tensión	48.920 m
Bandejas metálicas para cableados	67.495 m
Luminarias:	
Iluminación en túnel	1.186 ud
Balizamiento y emergencia en túnel	442 ud
Iluminación en accesos	96 ud
Superficie edificada:	
Boca Sur	1.322,5 m ²
Boca Norte	2.220,5 m ²
Centro de explotación y mantenimiento	2.810,8 m ²
Elementos de Seguridad	
Hidrantes de columna seca	25 ud
Bocas de incendios equipadas	25 ud
Rociadores	8.673 ud
Analizadores de CO	12 ud
Opacímetros	12 ud