

TÚNEL MARÍA DE MOLINA EN MADRID

FERNANDO CATALÁ MORENO. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. *Director de la obra. Director del Área de Obras de Infraestructuras*
JORGE PRESA MATILLA. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. *Director de la Obra. Jefe de sección del área de obras del Ayto.*

Una de las ideas básicas, en la actualidad, en el tráfico de las grandes ciudades es facilitar la salida de las mismas del tráfico ligero de larga distancia hacia las carreteras radiales, mediante vías rápidas, sin semáforos ni interferencias en tráficos urbanos.

Dentro de esta política se encuentra la construcción, por el Ayuntamiento de Madrid, del Túnel María de Molina que con sus 2.057 m (el más largo de los túneles urbanos españoles) solucionará permanentes problemas de congestión del tráfico en una zona significativa de la capital.

MEJORA DEL TRÁFICO

Su puesta en servicio dará fluidez a la circulación al permitir canalizar, bajo superficie y hasta la M-30, el denso tráfico que desde el Paseo de la Castellana y las calles de José Abascal y Velázquez, se dirige diariamente hacia el Aeropuerto de Barajas, los numerosos polígonos industriales y pobladas localidades del Este de Madrid y otros importantes destinos de la Autovía Madrid-Barcelona.

VENTAJAS DEL TÚNEL

Las fundamentadas en principio básicos de ordenación del tráfico en ciudades modernas son:

- Separación del tráfico urbano de corto recorrido del de larga distancia.
- Separación del tráfico pesado del tráfico de vehículos ligeros.
- Comunicación rápida del núcleo comercial y de negocios de la ciudad con la Carretera de Barcelona, Parque de las Avenidas, M-30 y Aeropuerto, ya que el último semáforo entre Madrid y Barcelona estará situado en el Paseo de la Castellana.
- Salida del tráfico ligero de larga distancia hacia las carreteras radiales, mediante vías rápidas, sin semáforos ni interferencias con tráficos urbanos.

Las derivadas de su utilización:

- El trayecto desde el Paseo de la Castellana y la calle de Velázquez hasta la M-30 se hará en menos de 3 minutos frente a los más de 20 que ahora se llega a tardar.
- Lo utilizarán diariamente más de 30.000 vehículos.
- La eliminación de atascos ahorrará a los usuarios más de 1.500.000 horas al año.
- Su puesta en servicio supondrá un ahorro anual a los usuarios de cerca de cinco millones de euros (más de ochocientos millones de pesetas), con lo que la obra se habrá amortizado en ocho años.



SUBSUELO

Los subsuelos del área urbana de Madrid donde se localiza el túnel se clasifican tradicionalmente según su porcentaje de finos, aunque a veces las transacciones entre ellos están poco definidas y hay numerosas intercalaciones de estratos, sobre todo arenosos con circulación de agua, que pueden dar problemas en la excavación:

Arena de miga hasta	20-25%
Arena tosquiza.	20-25% hasta 40-45%
Tosco arenoso	40-45% hasta 60%
Tosco superior al	60%

En el conjunto del trazado se aprecian cinco zonas diferenciadas:

Tramo I: Desde el inicio al PK ≈ 0,520

- Apreciable espesor de rellenos.
- Materiales arenosos.
- Nivel de agua por debajo de rasante.

Método de construcción: Túnel con pantallas

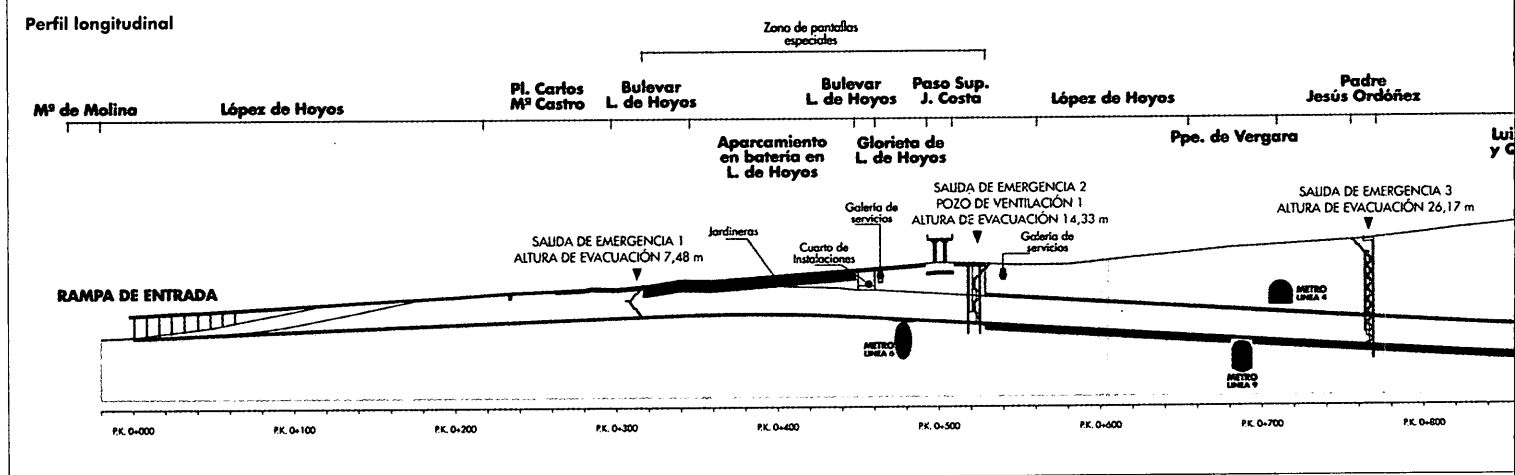
Tramo II: Desde PK ≈ 0,520 a 1,000

- Predominio de materiales arenosos/ arena-tosquizados por encima y a nivel del túnel.
- Posible existencia de intercalaciones de arenas gruesas con algún flujo de agua en la zona de excavación.

Método de construcción: Túnel convencional, con recubrimiento creciente con el sentido de avance del túnel.

Tramo III: Desde PK ≈ 1,000 a 1,540

- Materiales arenosos hasta 15-20 m.
- Niveles tosco-arenoso en la zona de bóveda y por encima.
- Materiales arenosos en zona de destroza.
- Niveles de agua colgados por encima de la clave.



Método de construcción: Túnel convencional, con gran recubrimiento.

Tramo IV: Desde PK≈1,540 al final

- Rellenos hasta 3,0m y materiales arenosos.
- Nivel de agua por debajo de la rasante.

Método de construcción: Túnel con pantallas (rampa de salida)

Tramo V: Ramal de acceso en la calle Velázquez

- Rellenos hasta 3,0 m o incluso mayores, y materiales arenosos hasta por debajo de rasante.
- Nivel de agua por debajo de fondo de excavación.

Método de construcción: Túnel muy superficial, con pantallas.

En función de la geotecnia del terreno, se han adoptado tanto los sistemas tradicionales usados en la construcción del Metro de Madrid, como los más modernos y avanzados. Entre los primeros, para el tramo en túnel, están: bóveda-destroza-hastiales-contrabóveda (Procedimiento Belga) o hastiales en galería, bóveda-destroza-contrabóveda (Procedimiento Alemán); entre los segundos, el armado de los hastiales, tramos con pantallas, inyecciones de silicatos y de alta presión, paraguas de micropilotes horizontales, refuerzos de cimentaciones con micropilotes verticales, etc.

SUBSUELO. PUNTOS SINGULARES

TRATAMIENTOS

Paso sobre la Línea 6 de Metro: Para evitar cargar sobre el revestimiento de este túnel es necesario crear pantallas más profundas, que permitan "colgar" de ellas, mediante vigas de gran canto, los módulos de Túnel María de Molina a su paso sobre la línea 6 de Metro y armar la solera del mismo puentando las cargas mediante el apoyo de ésta en pantallas transversales al eje del túnel.

Paso bajo el puente elevado de Francisco Silvela: Se refuerzan las cimentaciones, mediante pantallas de micropilotes, para transmitir las cargas, de forma segura, hasta el estrato resistente, situado a 8-9 m de profundidad.

Túnel bajo la calle de López de Hoyos: Se protegen las cimentaciones de los edificios de esta zona mediante inyecciones de lechada de cemento a muy alta presión 300 kg/cm³ (jet-grouting) para evitar asentos.

Paso sobre la Línea 9 de Metro: A ambos lados de su túnel se arman los hastiales del que se construye, que actúan como vigas apoyadas sobre cimentaciones profundas (pilotes ejecutados previamente desde la superficie). Esta protección se complementa con el armado de la solera, que, a su vez, apoya sobre pilotes transversales al eje del nuevo túnel y se conecta a los hastiales.

Paso bajo la Línea 4 de Metro: La escasa distancia (menor de 2 m) entre la contrabóveda del túnel de esta Línea y la clave del de María de Molina exige un proceso constructivo especial que consta de varias fases:

- Los hastiales en galería para cruzar sobre la Línea 9 se prolongan hasta superar el cruce bajo la Línea 4.
- Desde el frente de avance se ejecuta un paraguas pesado de micropilotes horizontales, así como una inyección de silicatos.
- Refuerzo de la entibación y reducción de la anchura de paso, llevando muy "cerrada" la excavación para, en caso extremo, reducir el avance a tramos 1,25 m.

PREVENCIÓN DE ASIENTOS

De la inspección de los inmuebles sobre los que podría tener alguna influencia la construcción del túnel, se deduce que ninguno presenta problemas estructurales ni defectos de consideración producidos por asentos. No obstante, se ha previsto la posibilidad de realizar, en un momento dado, inyecciones de compensación, tal y como viene siendo habitual en las obras de ampliación de la red de Metro de Madrid.

CONSTRUCCIÓN

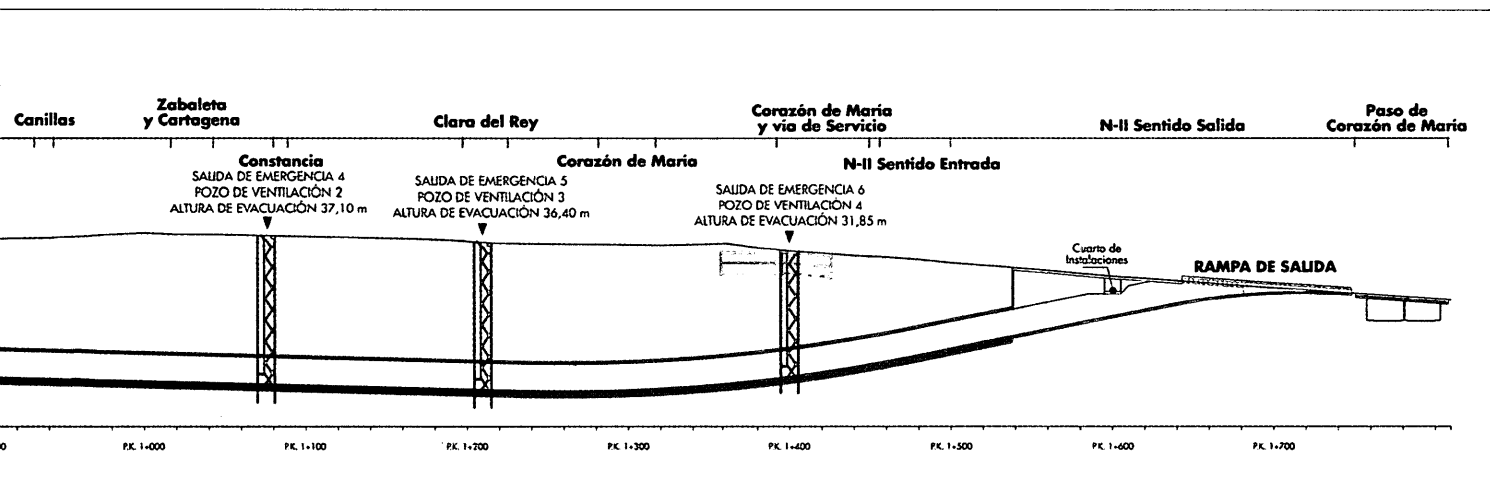
La solución estructural depende de las diversas secciones tipo, de la profundidad del trazado y estructuras existentes (colectores, Líneas de Metro, paso inferior actual, etc).

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Desde el punto de vista funcional, son:

Ancho de Calzada

Tronco principal.....10,50 m
Tronco principal en tramo con carril único7,80 m



Ramal de la calle de Velázquez4,50 y 6,50 m
 Tronco principal con anchurón.....11,50 m

SOLUCIONES ADOPTADAS

Entrada desde el paso inferior actual de María de Molina, PK 0,028 al 0,198:

Losa de hormigón armado: De igual espesor que la del paso existente (0,55 m), ejecutada sobre cimbra y apoyada en una pantalla por la izquierda, en unos pilares al borde de la calzada y sobre pilares en el lateral derecho.

Desde la conexión con la entrada del paso inferior actual hasta la Glorieta de López de Hoyos, PK 0,198 al 0,529.

Falso túnel convencional: Losa de hormigón armado apoyada sobre pantallas laterales.

En la Glorieta de López de Hoyos, la presencia del paso superior entre Joaquín Costa y Francisco Silvela hace necesario que las pantallas laterales sean de pilotes.

El paso sobre la Línea 6 de Metro se hace mediante solera de hormigón armado apoyada sobre pantallas transversales ejecutadas desde la superficie de la glorieta, consiguiéndose la contención lateral de tierras con pantallas "colgadas" de los módulos de pantallas adyacentes y exteriores mediante vigas de gran canto.

Desde la Glorieta de López de Hoyos hasta la Autovía Nacional II, PK 0,529 al 1,538:

Túnel en galería: Con pantallas transversales extremas para su emboquille. Para pasar sobre la Línea 9 de Metro se ejecutan previamente las galerías de los futuros hastiales. Estas galerías se construyen de hormigón armado, a modo de vigas de gran canto apoyadas en pilotes extremos, exteriores a la Línea y realizados desde la superficie.

Esta protección se completa con el armado de la solera, que, a su vez, apoya sobre pilotes, también ejecutados desde superficie, dispuestos transversalmente al eje del nuevo paso.

Para el cruce bajo la Línea 4 de Metro se construyen previamente, en hormigón en masa, las galerías de los hastiales. A continuación, y con carácter previo al inicio de la excavación y re-

vestimiento de la bóveda, se realiza un tratamiento de "paraguas" pesado de micropilotes horizontales, complementado con inyecciones de impregnación bajo los hastiales y solera del túnel de Metro.

Salida a la Autovía N-II Madrid-Barcelona, PK 1,538 al 1,748.34:

Falso túnel de losas sobre pantallas: Acaba en una embocadura de salida con pantallas laterales hasta 2,50 m de altura y muro convencional en alturas menores.

Ramal de la calle Velázquez, desde General Oráa:

La embocadura se resuelve de forma análoga a la de la salida de la Autovía N-II; es decir, muro para alturas inferiores a 2,50 m y pantalla continua para superiores.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Resumen de las características principales:

Pantallas: De 0,65 ó 0,85 m de espesor, en voladizo, con arriostramiento en cabeza o intermedio.

Losa de cubrición de hormigón armado: Generalmente ejecutada sobre el terreno una vez hechas las pantallas. Los cantos varían entre 0,50 y 0,95 m según tramo. De forma excepcional, algunos tramos se ejecutan cimbrados, como puede ser el caso de las losas de la entrada desde el paso actual de María de Molina y la nueva salida hacia la calle de López de Hoyos. Para las salas de control de instalaciones, en la Calle de López de Hoyos, la losa es de 0,70 m de espesor, y de 0,55 m en la salida a la Autovía N-II.

Pozos de salidas de emergencia: Se realizan con pantallas de pilotes de 0,85 m de diámetro, separados 0,15 m en el pozo de la salida de emergencia 2, y de 1,00 m para el resto, arriostrados por marcos de hormigón armado espaciados a la distancia necesaria según los casos.

Túnel en galería: Se empleará alguno de los dos procedimientos habituales en la ejecución de obras subterráneas en Madrid:

- **Método alemán:** usado en las secciones de mayor anchura y en las estaciones de Metro de Madrid:



TEL.: (91) 352 01 15
FAX: (91) 352 26 14

AVDA. GRAL. MOLA, 6
28224 POZUELO DE ALARCÓN

ESPECIALIZACIÓN:

REALIZACIÓN DE SANEAMIENTO EN GENERAL, EXCAVACIONES EN MINA, GALERÍAS VISITABLES, POZOS, TUBERÍAS...

HA COLABORADO EN LA EJECUCIÓN DE PASOS INFERIORES DE LAS CALLES SANTA MARÍA DE LA CABEZA Y MARÍA DE MOLINA, APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS PARA VEHÍCULOS EN DIVERSAS ZONAS DE MADRID, DESVIOS DE COLECTORES DE SANEAMIENTO ASÍ COMO ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.

OTRAS COLABORACIONES:

- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
METROSUR (MÓSTOLES)
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
PROLONGACIÓN LÍNEA 10

PASO INFERIOR C/ MARÍA DE MOLINA



euroestudios
Ingenieros de consulta

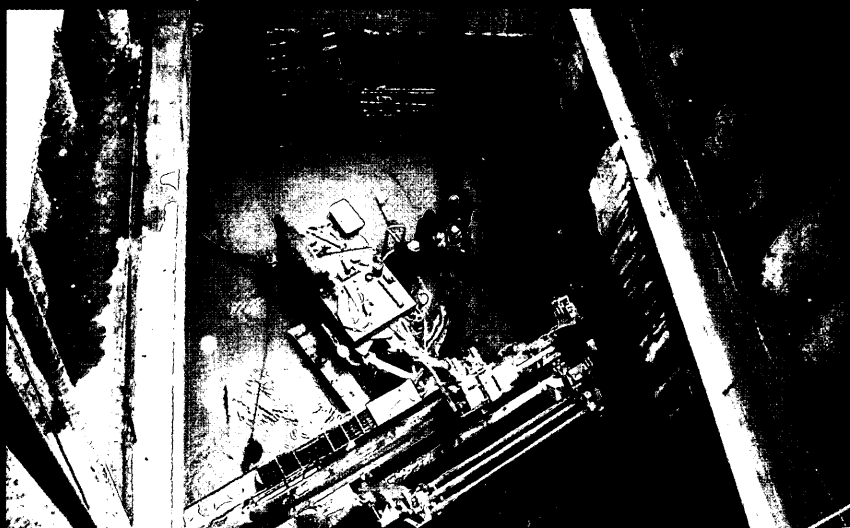


ÁREAS DE ACTIVIDAD:

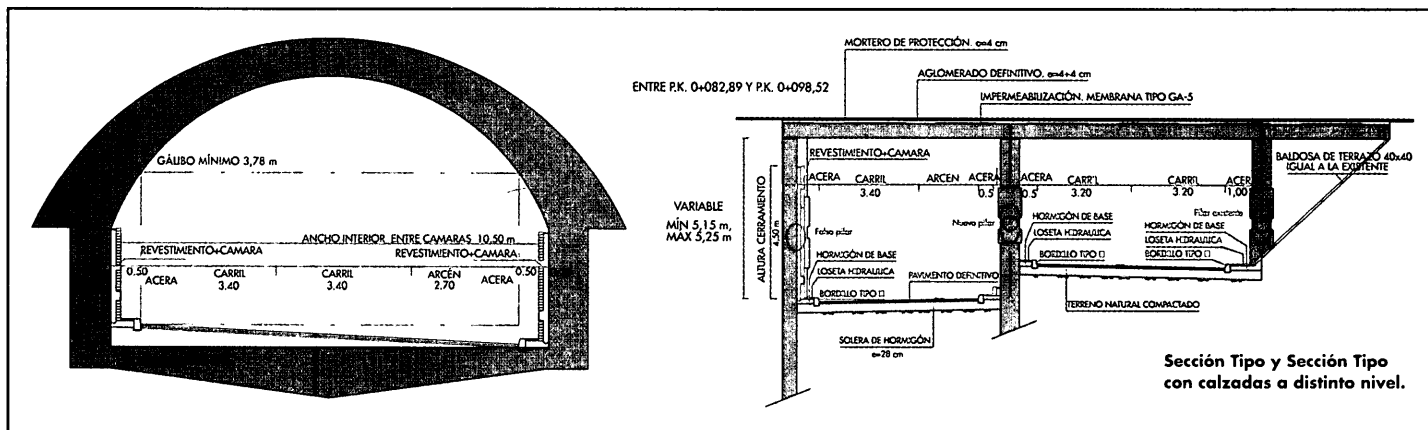
- **Supervisión, dirección, control y vigilancia de obras:**
 - obras
 - control calidad materiales
- **Infraestructuras del transporte:**
 - túneles
 - ferrocarriles
 - carreteras, autopistas y autovías
 - puentes y estructuras
 - aeropuertos
- **Agua y medio ambiente:**
 - medio ambiente
 - obras hidráulicas
 - puertos y obras marítimas
 - abastecimiento y saneamiento
 - regadíos
 - residuos sólidos
- **Edificación e instalaciones:**
 - urbanizaciones
 - edificación
 - instalaciones
- **Servicios técnicos:**
 - geología y geotecnia
 - topografía
 - informática

AYUDA EN LA DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS DEL TÚNEL DE MARÍA DE MOLINA.

TAMBIÉN PRESTA SU COLABORACIÓN EN LAS OBRAS SUBTERRÁNEAS DE SANTA MARÍA DE LA CABEZA, ISLA TABARCA Y AVENIDA DE CÓRDOBA.



OFICINAS CENTRALES: C/ CASTELLÓ, 128 - 28006 MADRID. TELF.: 915 90 35 46.
FAX: 914 11 35 57 e-mail: euroestudios@euroestudios.es . <http://www.euroestudios.es>
DELEGACIONES: BARCELONA, BILBAO, SAN SEBASTIÁN, VITORIA, SEVILLA, VALENCIA, ZARAGOZA



Excavación y entibación de galerías de hastiales – hormigonado de galerías - excavación y hormigonado de la bóveda – destroza – inyección de trasdós - hormigonado de contrabóveda.

• **Método belga:** Usado normalmente en el Metro de Madrid:

Excavación y entibación de la bóveda – hormigonado de la bóveda – excavación en destroza (dejando tacones de tierra para el apoyo de la bóveda) – excavación y hormigonado de hastiales – hormigonado de contrabóveda – inyección de trasdós.

TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS

Utilizados para mejorar la seguridad en la fase de ejecución:

- Pantallas de columnas de inyecciones de lechada de cemento a muy alta presión (jet grouting) en el tramo comprendido entre la Glorieta de López de Hoyos y la calle Príncipe de Vergara.
- Inyecciones de compensación de asentamientos por subsistencia a base de lechada de cemento.
- Colocación de un paraguas pesado (dos filas) de micropilotes en los emboquillos del túnel en galería y bajo la Línea 4 de Metro.
- Tratamiento con inyección química de impregnación a base de silicatos cuando sea preciso, como en el caso del cruce bajo la Línea 4 de Metro.

FIRMES Y PAVIMENTOS

En el túnel, rampas y urbanización de las áreas afectadas por las obras son del tipo utilizado habitualmente en Madrid; o sea, una capa de 28 cm de hormigón sobre la que se extiende un riego de imprimación y, posteriormente, dos capas de 5 cm de aglomerado asfáltico, la intermedia tipo S-20 y la de rodadura tipo D-12, con un tratamiento de adherencia entre ambas.

DRENAJE DEL TÚNEL

Proyectado para recoger las aguas pluviales y una aportación de caudal generada por la red contra incendios, sobre la hipótesis de un hidrante y dos mangueras funcionando simultáneamente durante una hora.

El elemento principal es un colector central de hormigón de 400 mm de diámetro en toda la longitud del túnel. La salida del saneamiento interior se produce en tres lugares diferentes: Colector de

María de Molina, Colector de Velázquez y un punto bajo, coincidente con la salida de emergencia número 5, dotado de un pozo de bombeo.

SEGURIDAD

La seguridad de la circulación en el Túnel de María de Molina es un aspecto prioritario en el proyecto, que ha conducido al diseño de una amplia sección transversal y a una completa y moderna dotación de instalaciones, entre las que destacan sus seis salidas de emergencia y los sistemas de ventilación y contra incendios.

SECCIÓN TRANSVERSAL

Entre las contribuciones que hace el propio túnel a la seguridad de la circulación destaca la anchura del mismo, constituida por:

Carriles de 3,40 m	2
Arcén de 2,70 m para emergencias	1
Aceras de 0,5 m	2

SALIDAS DE EMERGENCIA

En la calzada del túnel se localizan seis zonas de 10 m que se ensanchan 1 m para facilitar, sin interferir la circulación; la detención de vehículos ante cualquier incidencia. Estos ensanches tienen, además, dos cuñas, entrada y salida, de 10 m de longitud.

Coincidiendo con estos puntos se encuentran seis salidas de emergencia, cada una de ellas está constituida por una galería vertical de amplio hueco, que se comunica con el exterior a través de una escalera peatonal con anchura de 1,30 m. A su vez, estos pozos, adosados al túnel, se comunican con el interior del mismo mediante un vestíbulo de independencia, protegido con una puerta metálica resistente al fuego.

VENTILACIÓN

La instalación sigue las últimas recomendaciones de los organismos internacionales competentes. El sistema adoptado para el Túnel María de Molina es el de ventilación longitudinal asistida, que combina una corriente de aire, que se desplaza en la misma dirección que la circulación de los vehículos, con una aportación o extracción de aire lateral localizada en cuatro de las seis salidas de emergencia. To-

INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN DE OBRA CIVIL

NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA



DE PRECISIÓN

INCLINOMETRÍA



CÉLULAS DE PRESIÓN



EXTENSÓMETROS DE



CUERDA VIBRANTE

PIEZOMETRÍA



Inmateinsa

INGENIERÍA Y MATERIALES TÉCNICOS INDUSTRIALES, S.A.

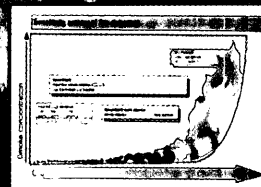
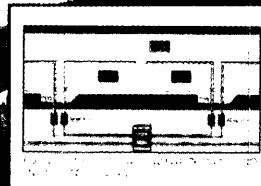
INSTRUMENTOS



SECURITON



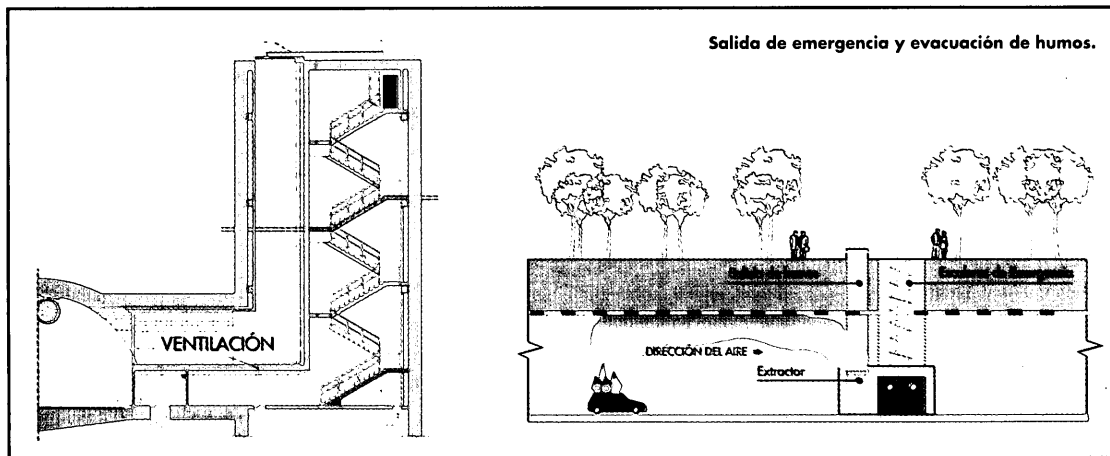
SISTEMA
DE TUBO
DE COBRE



SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS E INSTALACIONES EN TÚNELES

INMATEINSA - Ingeniería y Materiales Técnicos Industriales, S.A.

Pablo Serrano, 13 posterior - PINAR DEL REY - 28043 MADRID
Tels. 91 381 36 30 - 91 381 34 50 - Fax: 91 381 29 10



dos los ventiladores son reversibles pudiendo aportar aire fresco o extraer humo y aire viciado según las circunstancias y las zonas.

La instalación está compuesta por un total de 28 ventiladores reversibles situados longitudinalmente en la clave del túnel y, fácilmente accesibles para facilitar su reparación con un mínimo trastorno para el tráfico. Como refuerzo, la ventilación a través de cada uno de los cuatro pozos de salidas de emergencia tiene capacidad para extraer un caudal de 50 m³/s, lo que ofrece un gran margen de seguridad.

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

La instalación cuenta con detectores de humos, opacímetros y detector de incendios de tecnología fibroláser. Consiste básicamente este último en un sensor de fibra óptica que recorre longitudinalmente todo el túnel, y una unidad de evaluación y transmisión de la temperatura existente en cualquier punto del mismo.

Se dispone de una reserva permanente de 12.000 litros de agua en depósitos que se abastecen desde las acometidas construidas al efecto en cada uno de los dos extremos del túnel. Cada 40 m se sitúa un armario metálico con una boca de incendio y manguera de 20 m, en el que también se aloja un extintor de polvo seco. Entre cada dos armarios existe otro extintor, por lo que la distancia entre éstos es de 20 m.

Adicionalmente, a lo largo del túnel se dispone de una red de columna seca con bocas para conexión de mangueras, separadas 40 m entre sí e intercaladas entre las bocas de incendio. Esta red es abastecida desde cada una de las rampas del túnel a través de tomas independientes.

LOCALES TÉCNICOS

El túnel dispone de dos recintos ubicados en el espacio existente entre el falso techo y la cubierta del túnel. En ellos se sitúan los diversos elementos de control y equipamiento, así como una sala de control informatizado que servirá para supervisar el túnel y enlazar con estaciones remotas de control centralizado.

SEÑALIZACIÓN

Horizontal: Representada por bandas blancas, continuas y discontinuas, y captafaros para guiado de vehículos.

Vertical: Situada en la entrada e interior del túnel será fija y de mensaje y señalización variable para informar o señalar situaciones de peligro o cortes de carril.

ALUMBRADO

La energía eléctrica procede de dos centros de transformación, cuya alimentación se realiza con doble acometida de dos Compañías distintas. El alumbrado se ha concebido de acuerdo con normas españolas e internacionales vigentes.

ALUMBRADO Y SUMINISTRO ELÉCTRICO DE EMERGENCIA

Está compuesto por equipos autónomos con lámparas de 11 w, situadas en la pared del túnel a 1 m de altura y equidistancia de 20 m. El Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) garantiza el suministro eléctrico a los equipos esenciales para el funcionamiento del túnel.

CONTROL Y FUNCIONAMIENTO

El túnel incorpora las últimas aportaciones que hacen la tecnología, las normas nacionales e internacionales y las recomendaciones de los expertos.

Sistema de televisión en circuito cerrado: Capta, mediante cámaras, imágenes en tiempo real del recorrido íntegro de los vehículos desde que inician su acceso al túnel.

Sistema de detección automática de incidentes: Cualquier incidencia activa la alarma y enclava el monitor de TV correspondiente.

Sistema de megafonía: A través de altavoces situados cada 25 m es posible dar instrucciones a los conductores y a los operarios en el interior del túnel.

Sistema de radiocomunicación: En caso de emergencia mantener la comunicación entre los servicios de intervención (bomberos, policía, Samur, etc...) así como la difusión de mensajes a través de las distintas emisoras de radio.

Sistema de comunicaciones y estaciones remotas: Se utiliza para establecer comunicaciones recíprocas entre los equipos de campo y el Centro de Control Local o de Control y Gestión de Túneles del Ayuntamiento de Madrid, con posibilidad de telemando por control remoto de las distintas instalaciones que integran el túnel.

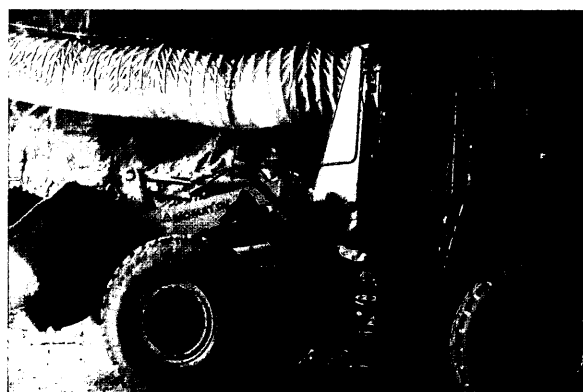
Postes SOS: Establecen la comunicación telefónica del usuario del túnel con el Centro de Control.

Sistema de control de gálibo: Evita la circulación de vehículos con altura superior a la permitida.

Sistema de control de accesos: Permite cerrar el acceso al túnel, mediante barrera abatible, en caso de emergencia así co-



**Excavaciones
Reditel, S.L.**
es una empresa
dedicada a las
excavaciones y
demoliciones en
general, así como,
a la excavación
de túneles y
canalizaciones
en particular



**Reditel está
colaborando en la
realización de las
obras del túnel María
de Molina de Madrid**

**Barrio de la Suiza, 11 1º B
28230 LAS ROZAS
MADRID
Tfn.: 91 636 00 07
Fax: 91 637 36 96**

mo limitar el acceso al túnel en caso, de congestionar mediante semáforos en rampas.

Sistema anti-intrusión y detección de incidencias: Detecta automáticamente el acceso de personas a través de las salidas de emergencia, o la utilización de los aparatos de extinción de incendios existentes en el túnel.

Sistema de aforo de tráfico: Informa de las condiciones del tráfico, clasificando los vehículos e indicando su velocidad. Permite detectar congestiones de tráfico en el túnel informando a los usuarios del mismo a través de los paneles de mensaje y señalización variable.

Puntos de tracción de vehículos: Localizados a lo largo del túnel, brindan un anclaje de tiro para mover un vehículo averiado o accidentado.

Sistema de registro: Realiza el archivo y tratamiento de los datos estadísticos de todas las variables obtenidas.

MEDIO AMBIENTE

DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Los gases contaminantes, procedentes de los escapes de los vehículos, se reducen de forma drástica en un área urbana amplia, sobre todo en las calles de María de Molina y de Velázquez , ya que supone un ahorro medio de 1.500.000 horas al año en el funcionamiento de sus motores.

Esto supone que se evitará anualmente la emisión a la atmósfera de 240.000 m³ de monóxido de carbono y 90 toneladas de óxido de nitrógeno, aproximadamente.

DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA

La reducción de ruidos que se obtiene con el Túnel María de Molina es muy importante. Del orden de 30.000 vehículos por día lo utilizarán, y ello supone, consecuentemente, bajar muy sensiblemente el nivel sonoro en el ambiente, que redundará especialmente en la confortabilidad de los residentes en la zona.

También el interior del túnel, sus rampas de acceso y los pozos de ventilación, disponen de placas fonoabsorbentes y aislantes para amortiguar el nivel sonoro.

La reducción del nivel medio de ruido se ha estimado en un 14%.

PROTECCIÓN Y REPOSICIÓN DE ÁRBOLES

La política medioambiental del Ayuntamiento de Madrid pone un espacial interés en que las obras que ejecutan afecten al menor número posible de árboles, así como en el trasplante y la reposición de los que hayan de ser retirados inevitablemente.

Mención especial merecen, dentro del proyecto del Túnel María de Molina, los plátanos del bulevar de la calle de López de Hoyos, bastante deteriorados como consecuencia de los roces e impactos de los vehículos que aparcen. La reposición de los mismos ejemplares incluye un ordenamiento racional del aparcamiento, la protección de los nuevos ejemplares y una losa reforzada, en la cubierta

del falso túnel, que puede soportar una altura de dos metros de tierras, adecuada para el buen desarrollo de los nuevos plátanos.

JARDINERÍA Y VEGETACIÓN

Las actuaciones dirigidas a corregir la incidencia de las obras del túnel sobre árboles y arbustos son las siguientes:

- Transplantes.
- Tala y apeo de los ejemplares cuyo trasplante no es viable debido a su tamaño o su estado fitosanitario deficiente.
- Plantación de árboles y arbustos en aceras y medianas, armonizando con el entorno.

Los árboles afectados en las aceras se repondrán con especies similares a las existentes: Plátanos, Chopos, Ailantos, Arces y Magnolios. ■

DATOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LA OBRA

TÚNEL

Longitud:

Con pantallas o muros	1.048	2.057 m
Con Método Belga	794	
Con Método Alemán	215	

Pavimentación de aceras.....	1.547 m²
Mezclas bituminosas.....	36.301 m²
Excavación	169.109 m³
Hormigón armado en losas, muros y Cimentaciones.....	10.707 m³
Pantallas continuas.....	19.532 m²
Hormigón en revestimiento de túnel.....	41.002 m³
Acero para armar estructuras.....	1.993,40 Tn
Pilotes.....	6.835 m
Columna Jet Grouting Ø 0,80 m.....	2.688 m
Micropilotes.....	2.280 m
Salidas de emergencia	6
Servicios restituidos:	

Telecomunicaciones	Canal de Isabel II	SemafORIZACIÓN
Gas Natural	Saneamiento	Alumbrado Público
Energía Eléctrica (Baja y Media Tensión)		

Ventiladores longitudinales.....	28
Ventiladores para extracción transversal de humos.....	4
Potencia instalada en vent. longitudinales	539
Potencia instalada en vent. transversal	148
Extintores.....	128
Bocas de incendio equipadas	46
Bocas secas para reserva contra incendios.....	45
Aljibes.....	2
Hidrantes.....	2
Cámaras televisión	21
Postes SOS	24
Paneles de señalización e información variable.	
(incluso exteriores y señales LED)	26
Proyectores de alumbrado interior en el túnel.....	347
URBANIZACIÓN EXTERIOR	

Pavimentación de aceras	15.463 m²
Pavimentación de calzadas (mezclas bituminosas).....	56.986 m²
Árboles de nueva plantación	42
PLAZO DE EJECUCIÓN:	16 meses
PRESUPUESTO:.....	42.815.769,99 €

DIRECCIÓN DE OBRAS: ÁREA DE OBRAS E INFRAESTRUCTURAS

D. Fernando Catalá Moreno. *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

Director de la obra. Director del Área de Obras de Infraestructuras

D. Francisco Javier Rodríguez Bernardo. *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Jorge Presa Matilla. *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

Director de la Obra. Jefe de sección del área de obras del Ayto.

D. José Manuel Castro Seller. *Ingeniero Técnico de Obras Públicas*