



[Premio 2000]

Ampliación de la Red del Metro de Madrid



Manuel J. Melis Maynar. Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P. M.Sc, MBA.

Dir. Gral. Infraestructuras. Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Comunidad de Madrid. Presidente del Metro de Madrid

Manuel Arnaiz Ronda. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director de Proyectos y Obras 2 de MINTRA (Madrid, Infraestructuras de Transportes).

Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Comunidad de Madrid.



Fotografías de Juan Carlos Melero

RESUMEN. Durante el periodo 1995-1999 la Comunidad de Madrid ha realizado 56 nuevos Kms. de Red de Metro y 35 nuevas estaciones, habiéndose puesto en servicio entre 1998 y 1999, a los que se han ido incorporando los últimos avances tecnológicos tanto durante la construcción como en la explotación. Actualmente se está realizando el Plan de Ampliación 1999-2003 que incorporará 58 nuevos Kms. y 35 nuevas estaciones, con lo que en ocho años la Red del Metro de Madrid duplicará su longitud y aumentará en un 50% su número de estaciones.

ABSTRACT. The Madrid Community has laid 56 km of new underground line between 1995 and 1999 and built 35 new stations. This extended line, which was put into service between 1998 and 1999, incorporates all the latest technical innovations both in terms of construction as well as operation. The 1999-2003 Metro extension plan is now underway. This plan includes a further 58 km of new track and 35 new stations and will mean that in just eight years the Madrid Metro will have doubled its length and have increased the number of stations by 50%.

El Plan de expansión del Metro no se ha limitado a trazar nuevas líneas. El diseño de las nuevas estaciones ha pretendido que el pasajero llegue al tren desde la calle por el camino más corto posible, evitando largos túneles y escaleras mecánicas

Introducción

La estrategia de transporte urbano y regional de la Comunidad de Madrid desarrollada durante los últimos años, ha asignado a la red de Metro la función de ser el modo básico de la conexión interior en la ciudad y el principal receptor de las viajes generados en la periferia.

En desarrollo de esta estrategia se ha realizado un ambicioso plan de ampliación de la red de metro, que se ha concretado durante los últimos cuatro años (1995-1999) en que se han puesto en servicio 56 Km de nuevas líneas de metro y 35 nuevas estaciones.

Para hacerse una idea de lo que esto significa hay que tener en cuenta que el primer tramo del Metro de Madrid fue inaugurado por S.M. el Rey D. Alfonso XIII en 1919, lo que permitió a Madrid unirse con otras grandes ciudades como Londres, París y Nueva York en lo que al intenso desarrollo urbano se refiere.

Desde los primeros 4 Kms realizados en 1919, hasta los 120 Km construidos hasta 1995, el Metro de Madrid ha sufrido numerosos cambios como consecuencia del desarrollo urbano de la ciudad. La ampliación desarrollada ha conectado ocho nuevos distritos de Madrid, los de Hortaleza, Vicálvaro, Vallecas, Carabanchel, Arroyo del Fresno, Fuencarral, Barajas y Arganda del Rey cuyos residentes son los principales beneficiarios de este plan de ampliación. Las nuevas estaciones están siendo utilizadas por más de 100 millones de viajeros cada año. La nueva red de metro permite conectar a través de este modo de transporte dos zonas muy importantes para Madrid y el resto de España: el Recinto Ferial Juan Carlos I y el Aeropuerto Internacional de Barajas a través de la nueva Línea 8.

Excavar los túneles de Metro resulta complicado por las variadas características geológicas del suelo madrileño y los numerosos desniveles y cursos de agua subterráneas que hay en él. Las más importantes empresas de ingeniería y construcción, especialistas en túneles de nuestro país han participado en este proyecto, para conseguir construir, en la mitad de tiempo y con un presupuesto cinco veces menor, más del doble de las ampliaciones similares realizadas en Lisboa, Atenas o Londres.

Para excavar los túneles se han utilizado 6 máquinas tuneladoras EPB: cuatro de 9,38 m de diámetro, bautizadas como «La Adelantada» (Mitsubishi-NFM), «La Chata» (Mitsubishi-NFM), «Al-

mudena» (Herrenknecht) y «Paloma» (Herrenknecht); una de 7,4 m de diámetro, denominada «Cibeles» (Lovat); y la más pequeña de 6,7 m de diámetro, bautizada con el nombre de «Puerta del Sol» (Herrenknecht): Además, para construir algunos tramos se ha empleado el método tradicional de Madrid y otros sistemas constructivos como muros pantalla. Todos los túneles tienen doble vía, excepto la Línea 8, en cuya construcción se han usado 2 máquinas EPB más pequeñas y que, por ello, el diámetro del túnel es menor.

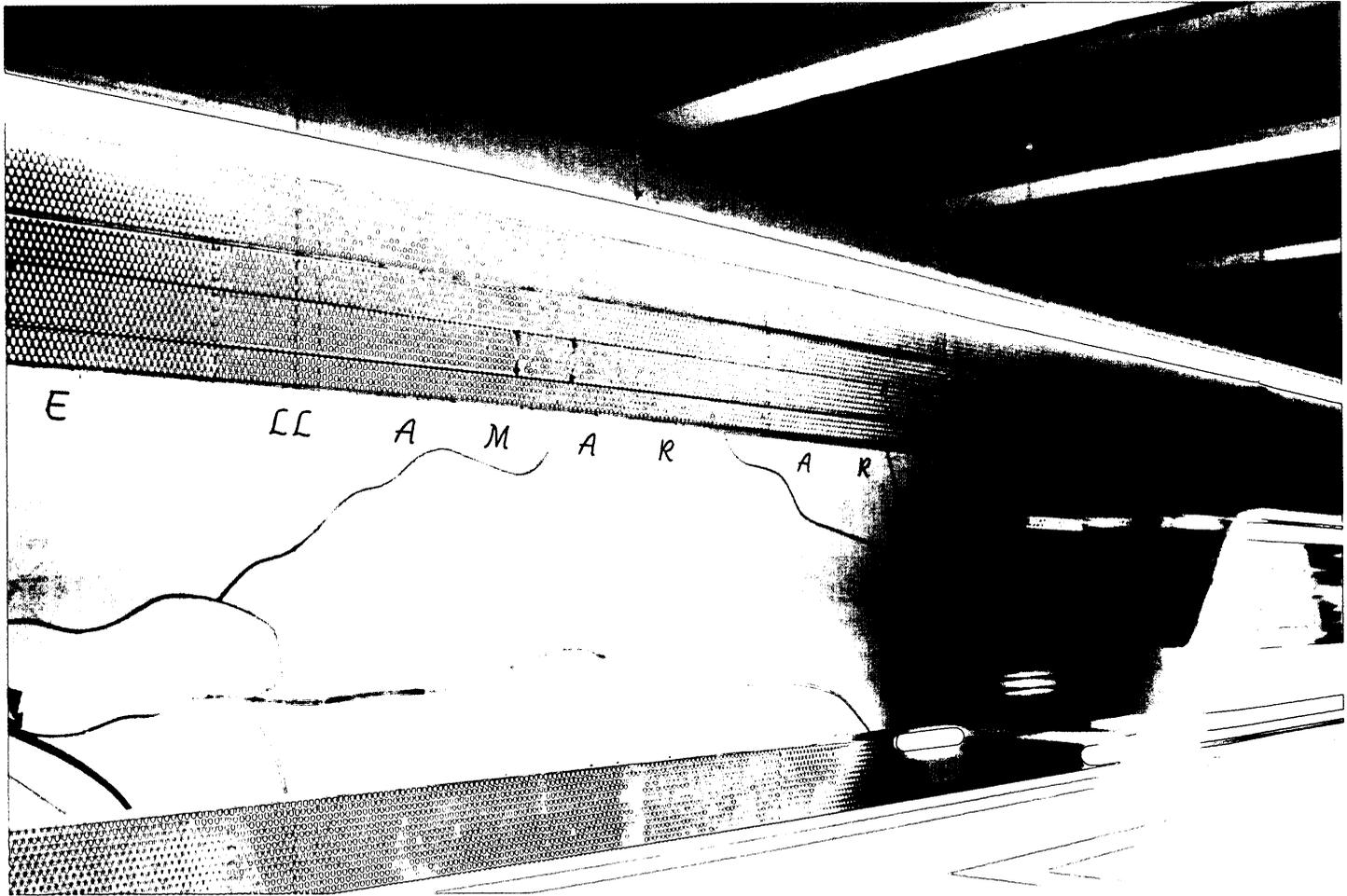
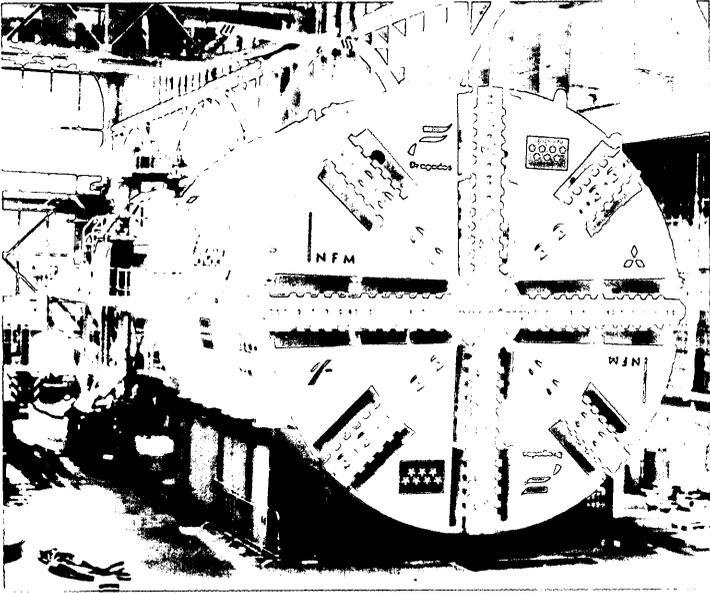
El principal empeño del proyecto ha sido garantizar la seguridad y la calidad. El coste y los plazos han sido menos prioritarios. El plan de expansión ha sido supervisado por unos 6.000 sensores geodésicos, que enviaban constantemente datos sobre los movimientos del terreno a la oficina central.

En la actualidad, completada la operación incluidos los 5,6 Km de túnel de la prolongación de la Línea 8 hasta el Aeropuerto, que comenzó en abril de 1998, los altos niveles de seguridad se han mantenido y se han tomado extremas medidas técnicas, cuando cualquier movimiento subterráneo podría exceder de los parámetros de seguridad previstos.

El Plan de expansión del Metro no se ha limitado a trazar nuevas líneas. El diseño de las nuevas estaciones ha pretendido que el pasajero llegue al tren desde la calle por el camino más corto posible, evitando largos túneles y escaleras mecánicas. También se ha tenido muy en cuenta la iluminación y la visibilidad en los pasillos y se han ubicado en ellas ascensores y escaleras mecánicas para pasajeros con movilidad reducida. Algunas de estas estaciones incluso cuentan con aparcamientos para automóviles, y en todas ellas hay sofisticados sistemas, mediante monitores, para garantizar la seguridad de las personas y de los vehículos aparcados.

El plan de expansión del Metro comprende también una amplia mejora del parque de vehículos. Se han adquirido 226 nuevos coches, todos ellos equipados con aire acondicionado para que el viaje resulte seguro y confortable.

El calendario de puesta en servicio desde el 1 de julio de 1998 ha sido el siguiente. El 16 de octubre de 1998 se inauguró una nueva extensión de la Línea 7, entre las estaciones de Gregorio Marañón y Canal, que incluye una nueva estación en la Lí-



El plan de expansión del Metro comprende también una amplia mejora del parque de vehículos. Se han adquirido 226 nuevos coches, todos ellos equipados con aire acondicionado para que el viaje resulte seguro y confortable

nea 2. Un mes después el 16 de noviembre de ese mismo año, se inauguró la nueva Línea 11 entre las estaciones de Plaza Elíptica y Pan Bendito.

El 1 de diciembre de 1998 se inauguró un nuevo tramo de la Línea 9, entre Pavones y Puerta de Arganda, con 4 nuevas estaciones. El 15 de diciembre de 1998 se inauguró un nuevo tramo de la Línea 4 entre las estaciones de Mar de Cristal y Parque de Santa María y el 12 de febrero se inauguró un nuevo tramo de la Línea 7, entre las estaciones de Canal y Valdezarza. El 3 de marzo de 1999 se inauguró la extensión de la Línea 1 con 3 nuevas estaciones conectando con la red de cercanías y dando servicio al distrito de Villa de Vallecas. El 29 de marzo de 1999 se inauguró el último tramo de la Línea 7, entre Valdezarza y Pitis, conectando la estación con la Línea C-7 de Cercanías. En las mismas fechas, y por primera vez en la historia del Metro, llega la red a ciudades próximas a Madrid, como Arganda del Rey, a 25 Km del centro de Madrid, dando servicio a Rivas-Vaciamadrid y La Poveda.

Finalmente el 14 de junio de 1999 llegó la nueva Línea 8 al aeropuerto de Madrid y el 7 de septiembre al pueblo de Barajas. Finalmente el 27 de octubre de 1999 se inauguró la nueva estación de Eugenia de Montijo entre las de Carabanchel y Aluche en la Línea 5.

NUEVO PLAN DE AMPLIACIÓN 1999-2003

Actualmente se está realizando un nuevo plan de ampliación de metro en el período 1999-2003, que incorporarán 58 Km de nuevas líneas y 35 nuevas estaciones a la red de Metro de Madrid. Esta actuación se concreta en tres líneas, la prolongación de la Línea 8 de Mar de Cristal a Nuevos Ministerios, la adecuación y prolongación de la Línea 10 a Alcorcón y la nueva línea de METROSUR, futura línea 12 del metro.

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 8 DE MAR DE CRISTAL A NUEVOS MINISTERIOS

La ampliación de la Línea 8 desde Mar de Cristal a Nuevos Ministerios, con una longitud de 5,9 Km, permitirá conectar el

Aeropuerto de Madrid-Barajas con el área comercial administrativa y de negocios más importante de Madrid, en Nuevos Ministerios. Aquí se construirá un nuevo intercambiador de transportes que conectará las líneas 6 y 10 de Metro y cuatro líneas de cercanías de Renfe.

El diseño del intercambiador permitirá la facturación de equipajes hacia el Aeropuerto.

Está prevista la ejecución de una estación intermedia con correspondencia con la Línea 9.

La infraestructura y el diseño de los nuevos trenes permitirá alcanzar velocidades máximas de 110 Km/h, lo que hará que el tiempo de recorrido entre Nuevos Ministerios y el Aeropuerto sea inferior a 15 minutos.

ADECUACIÓN Y PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 10 A ALCORCÓN

La línea 10 del Metro, que transcurre en la actualidad entre las estaciones de Fuencarral a Aluche, atravesando Madrid de Oeste a Norte, está llamada a ser la línea de conexión de Madrid con el Metrosur, de manera que los habitantes de Alcorcón, Móstoles, Fuenlabrada, Getafe o Leganés puedan subirse al Metro en su ciudad y, además de tener unidas sus respectivas poblaciones pueden atravesar Madrid. Esta nueva demanda obliga a aumentar la capacidad de la línea, para ello se incorporarán trenes de mayor ancho y longitud lo que obliga a adecuar el túnel y las estaciones aumentando secciones y longitud.

Son necesarias, por tanto, actuaciones importantes en las estaciones de Alonso Martínez, Tribunal, Plaza de España, El Lago y Batán. La estación de Príncipe Pío, también en la Línea 10, y los túneles anexos, ya fueron en su día concebidas para admitir trenes de gálibo ancho.

Dentro de las obras de adecuación de gálibo, se construye una nueva estación enterrada, en Puerta de Batán, que pasará a ser la nueva estación de intercambio entre la Línea 5 y Línea 10.

La línea 10 se prolonga hasta Alcorcón. Las estaciones previstas inicialmente son 3: una en la proximidad de Colonia Jar-



dín, otra de intercambio con la línea C-5 de Cercanías de Renfe en Cuatro Vientos y la última ya en el término municipal de Alcorcón en la Avda. De Joaquín Vilumbrales.

Al final de la línea, intercambia con Metrosur permitiendo la integración de la nueva infraestructura que conecta los municipios del Sur, dentro de la red de Metro de Madrid.

La longitud aproximada de la actuación es de 8,6 kilómetros.

METROSUR

METROSUR se plantea como una nueva línea de metro circular y subterránea, que vertebrará los núcleos urbanos de la primera y segunda coronas metropolitanas del suroeste de Madrid. El trazado discurre por el interior de las zonas urbanas en las que se establecen 27 estaciones, por lo que se posibilita la funcionalidad del sistema como metro interior a cada municipio. El anillo constituido por Metrosur tiene una longitud de 40,5 Km, que se comunicará con la red actual del Metro de Madrid mediante la prolongación de la Línea 10 hasta Alcorcón, donde se facilitará la correspondencia entre ambas líneas.

En todas las poblaciones, la nueva línea tendrá estaciones de intercambio con la red de Cercanías. Esta circunstancia posibilita además una adecuada incorporación al sistema de los municipios de Parla y Pinto, a través de las líneas C-4 y C-3 de Cercanías.

Las estaciones de intercambio de Cercanías, se diseñan de manera que se minimicen los recorridos por parte de los viajeros. Su profundidad es tal que permiten el futuro soterramiento de las líneas de Cercanías. Tanto los accesos como las interconexiones se realizan mediante escaleras mecánicas y ascensores.

En la localización de las estaciones se ha tenido en cuenta no sólo dar cobertura a la mayor población posible, sino también dar accesibilidad a los equipamientos más importantes de la zona, así quedan atendidas por Metrosur los Campus Universitarios de Alcorcón, Móstoles, Fuenlabrada, Getafe y Leganés, así como los Centros Hospitalarios de Getafe, Alcorcón, Fuenlabrada y Leganés.

La previsión de usuarios en el primer año de la puesta en servicio es de 140.000 viajeros/día.

La línea de Metrosur comenzará su explotación con 24 trenes de nuevo diseño. Los trenes serán de 3 coches, unidos entre sí tipo «gusano» y a una tensión de 1.500 V en lugar de la que hasta ahora era habitual en Metro de Madrid, 600 V. El mayor voltaje permitirá mayores prestaciones y un importante ahorro en los consumos de energía, las subestaciones eléctricas y otros conceptos. Se conseguirá que el tiempo de viaje en recorrer el anillo completo sea de 58 minutos.

Los nuevos coches estarán dotados con la más alta tecnología y nivel de confort para el viajero:

- Sistemas de señalización y control automático de la operación.
- Climatización.
- Accesibilidad integral.
- Televisión.
- Diseño atractivo y luminosidad.
- Los trenes serán tipo boa, de forma que los diferentes coches de un tren estén unidos por una articulación, pudiendo pasar de uno a otro.
- Trenes de tres coches, con un servicio de alta frecuencia cuyo diseño permite aumentar el número de coches de cada tren en función del aumento de la demanda.
- Detección y extinción automática de incendios, con sistemas fotoluminiscentes.

MOTIVACIÓN DE LA PROPUESTA

En el periodo comprendido entre el 1 de julio de 1998 y el 30 de septiembre de 2000, se han puesto en servicio la ampliación de las líneas 1, 4, 5, 7, 8, 9 y 11 de la red de metro, por lo que se consideró que esta actuación podría optar a la VII Edición del Premio Internacional Puente de Alcántara.

A continuación se describe en qué ha consistido cada una de estas obras. ■

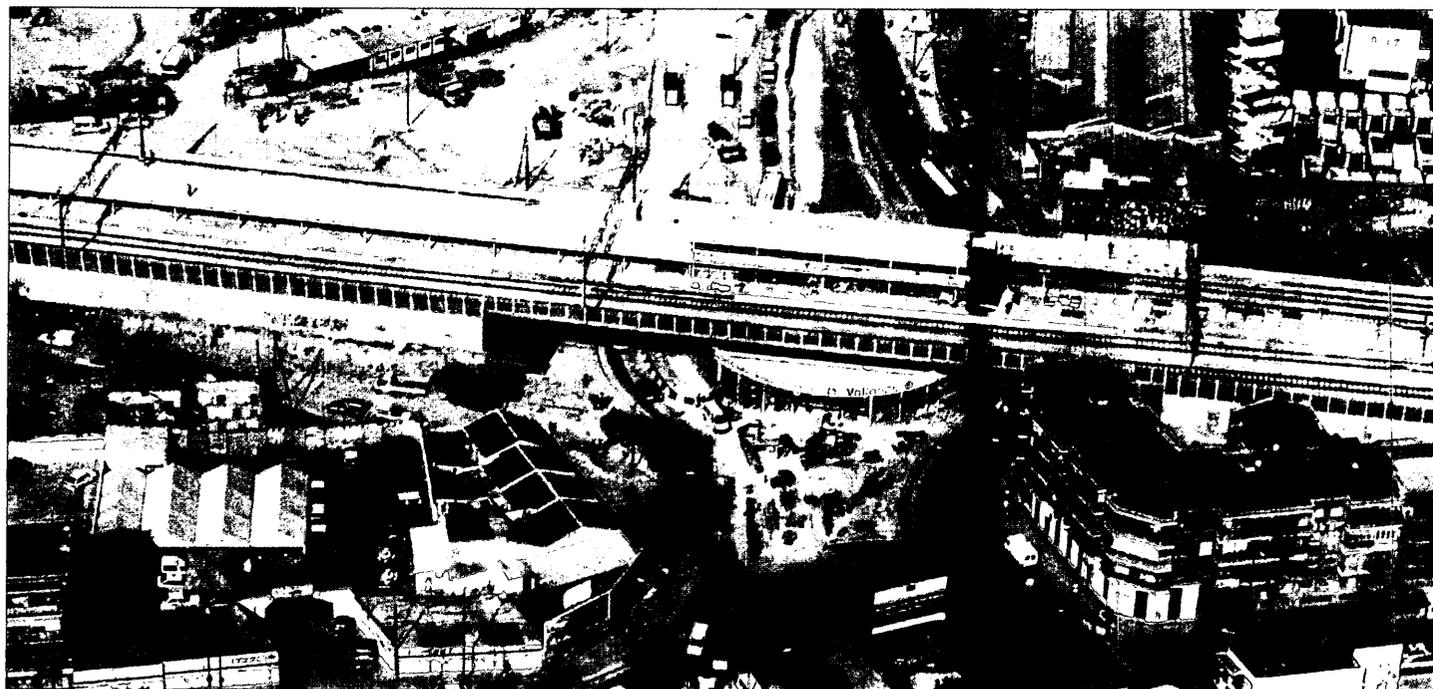
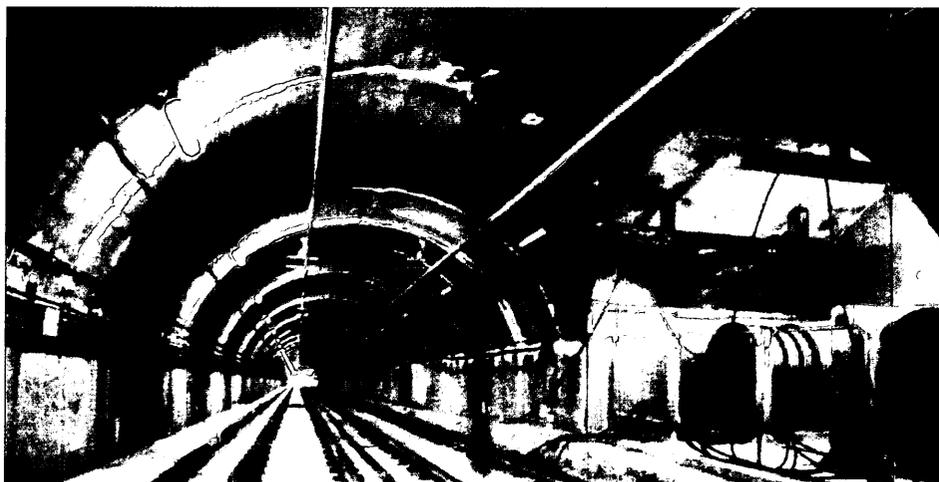
En la definición del trazado de la prolongación de la Línea 1 se han debido considerar como partes integrantes: la conexión con el antiguo fondo de saco de Miguel Hernández, el cruce con recubrimiento mínimo bajo la M-40, el paso inferior por las vías de RENFE, así como un final de trazado compatible con la futura prolongación de la línea al ensanche de Vallecas

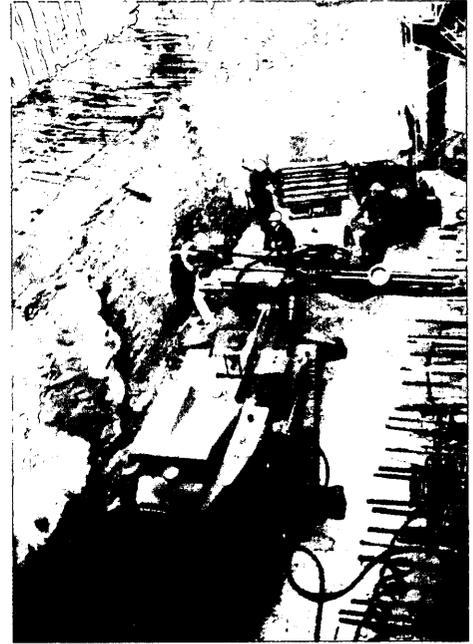
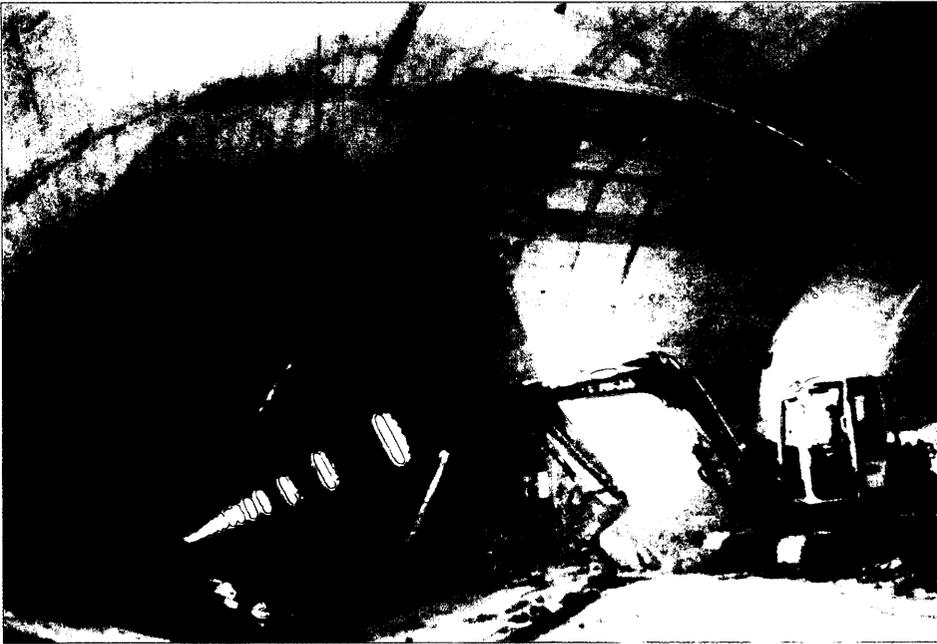
Línea 1

MIGUEL HERNÁNDEZ
CONGOSTO

Villa de Vallecas es un distrito del municipio de Madrid con una población aproximada de 60.000 habitantes. Acorde al Plan General de Urbanismo, se ha proyectado un incremento de 26.000 viviendas, lo cual supone la duplicación de la población en su área de influencia.

En la definición del trazado de la prolongación de la Línea 1 se han debido considerar como partes integrantes: la conexión con el antiguo fondo de sa-





co de Miguel Hernández, el cruce con recubrimiento mínimo bajo la M-40, el paso inferior por las vías de RENFE, así como un final de trazado compatible con la futura prolongación de la línea al ensanche de Vallecas.

La primera estación denominada SIERRA DE GUADALUPE se encuentra situada en el cruce con la carretera de Vicálvaro, dando servicio a una importante

área industrial en creciente desarrollo. Anexo a esta estación, se ha construido el Intercambiador de Transporte, permitiendo el transvase entre Metro y el ferrocarril de cercanías de RENFE. A continuación el trazado discurre bajo la zona urbana llegando hasta la Plaza de Juan de Malasaña y calle de Sierra Gador, donde se sitúa la segunda estación, VILLA DE VALLECAS. Seguidamente el túnel dis-

curre bajo el Paseo de Federico García Lorca, prolongándose por la calle Congosto hasta llegar a la tercera estación denominada CONGOSTO. A partir de este punto se ha dispuesto el nuevo fondo de saco con un trazado acorde con las futuras actuaciones de desarrollo urbanístico.

La longitud del túnel de línea de la Prolongación de la Línea 1 es de 2.828 metros, de los cuáles, 1.697 se han realizado utilizando el Método Belga, y 734 metros se han ejecutado a cielo abierto. ■



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	2,67 Km.
Número de estaciones	4 unid.
Volumen de hormigón	116.408 m ³
Volumen de excavación	406.510 m ³
Acero	7.248.097 Kg.
Pantallas	36.899 m ²
Longitud de carril	5,34 Km.
Constructores	ACS - Agroman
Ingeniería	Euroestudios
Supervisión de obra	Icnydesa - Ingeotec
Control de calidad	Geocisa
Presupuesto	8.930 M. ptas.
Inicio de las obras	15 Feb. 1997
Fecha de inauguración	3 Mar. 1999



PREMIO DE CONSTRUCCIÓN CONSTRUMAT' 2001

**Prolongación de la línea 8 del Metro de Madrid
(Tramo Recintos FERIALES - Aeropuerto de Barajas)**

FCC CONSTRUCCION, S.A.

CON VISIÓN DE FUTURO

Con la puesta en servicio del nuevo tramo Mar de Cristal-Parque de Santa María se prolonga la línea en dirección norte hacia la zona noroeste de Madrid

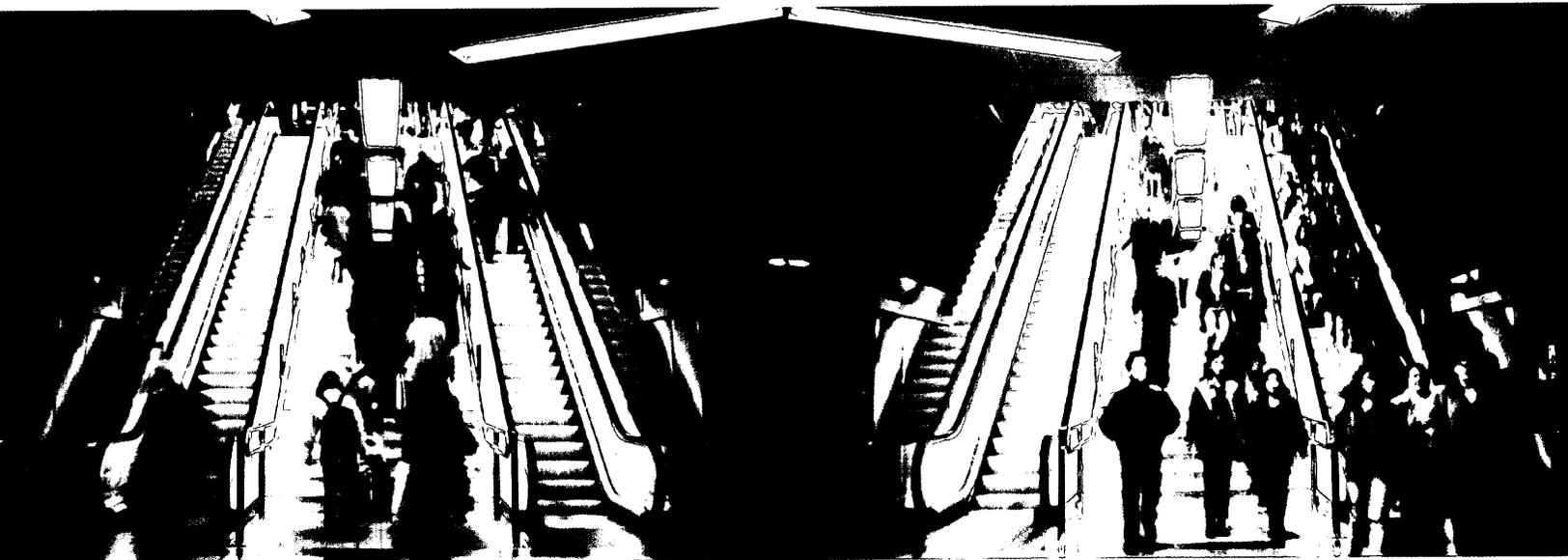
Línea 4

MAR DE CRISTAL PARQUE DE SANTA MARIA

El tramo de Línea 4 que discurre entre Argüelles y Mar de Cristal, representa el principal eje Este-Oeste de la Red de Metro de Madrid. Con la puesta en servicio del nuevo tramo Mar de Cristal-Parque de Santa María se prolonga la línea en dirección norte hacia la zona noroeste de Madrid.

En este sentido, mejorará la accesibilidad de los vecinos del barrio de San Lorenzo a la Red de Metro y, como consecuencia, a las distintas zonas de la ciudad.

La ampliación comienza en la estación de Mar de Cristal y representa la



Ampliación de la Red del metro COMUNIDAD DE MADRID

VII Premio Internacional Puente de Alcántara



El metro del Siglo XXI

La COMUNIDAD DE MADRID ha sido galardonada con el VII Premio Internacional Puente de Alcántara, por la realización de la Ampliación de la Red del metro de Madrid llevada a cabo por su Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, en la capital de España.

La aplicación de las más modernas tecnologías, su funcionalidad e importancia social, la calidad técnica y estética de los proyectos, así como el respeto al medio ambiente, han sido factores decisivos en la concesión de este premio. NECSO entrecanales cubiertas, conjuntamente con otras importantes empresas del sector, ha construido este plan de ampliación de la Red de metro de Madrid, utilizando los más modernos métodos mecanizados para la perforación de túneles.

Felicitemos a la Comunidad de Madrid por este singular reconocimiento al enorme trabajo realizado al servicio de todos los ciudadanos. Metro de Madrid. El metro del Siglo XXI.



IONet

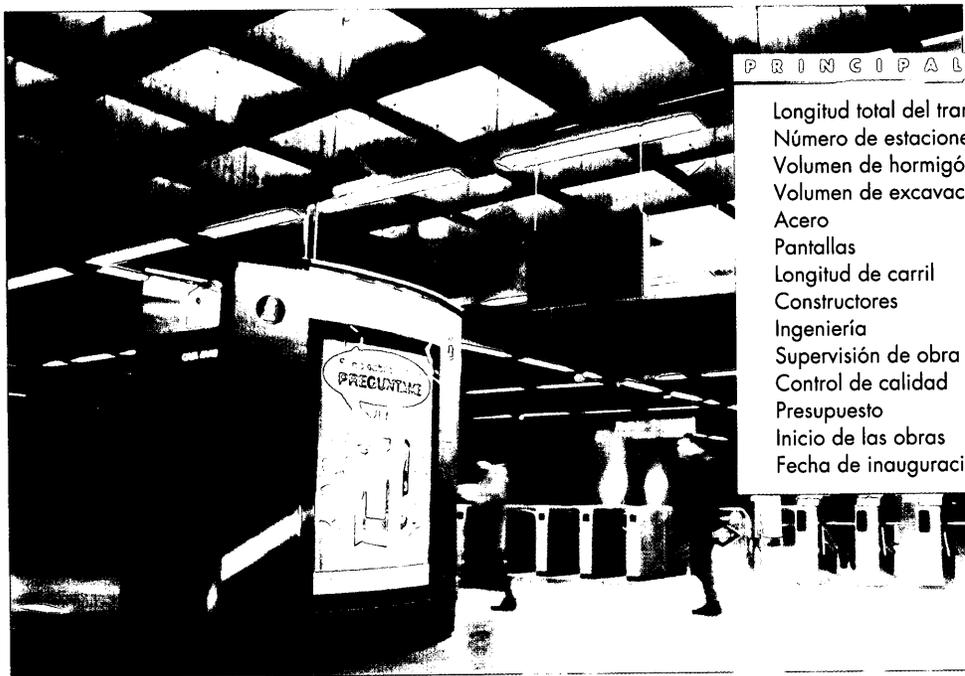
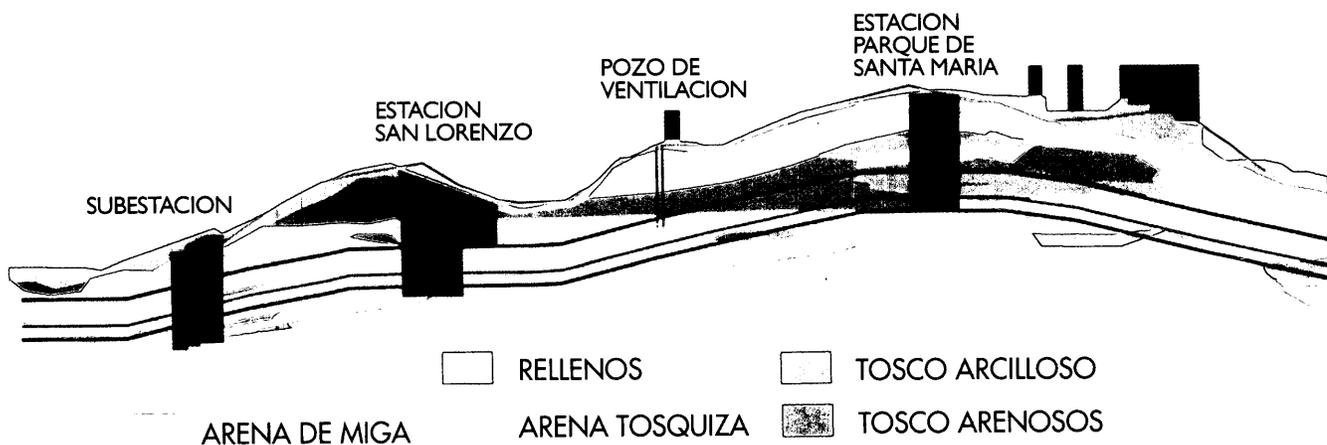
necso

entrecanales cubiertas

una compañía acciona

www.necso.es

T E C N O L O G I A • E X P E R I E N C I A • C A L I D A D



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	2,31 Km.
Número de estaciones	2 unid.
Volumen de hormigón	81.811 m ³
Volumen de excavación	1.139.932
Acero	2.535.898 Kg.
Pantallas	16.017 m ²
Longitud de carril	4,62 Km.
Constructores	Dragados
Ingeniería	Sener
Supervisión de obra	Intraesa - Ofiteco
Control de calidad	Cotas
Presupuesto	5.181 M. ptas.
Inicio de las obras	24 Feb. 1997
Fecha de inauguración	15 Dic. 1998

apertura de dos nuevas estaciones: San Lorenzo y Parque de Santa María.

El tramo tiene una longitud de 2.277 metros, ejecutados con una tuneladora de 9,38 metros de diámetro en un 89% de su longitud.

Simultáneamente a la construcción del tramo se ha construido un ramal hacia las nuevas cocheras que dará servicio a la Línea 4, este ramal ocupa los últimos 667 metros de los 2.277 metros de que consta el tramo. De estos 667 metros, 485 están construidos en túnel y los últimos 182 son a cielo abierto. ■



La estación de metro se completa con la urbanización exterior de la zona que comprende tanto el tratamiento de la cubierta de la estación como los alrededores de la misma. Se procuran al menos dos objetivos: mejorar las condiciones de acceso a la estación y la integración en la zona verde anexa

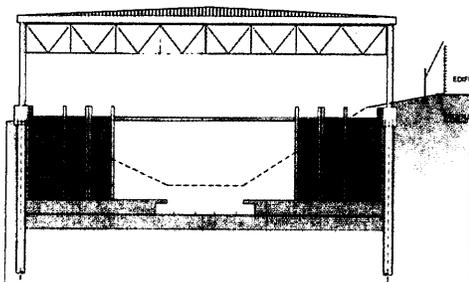
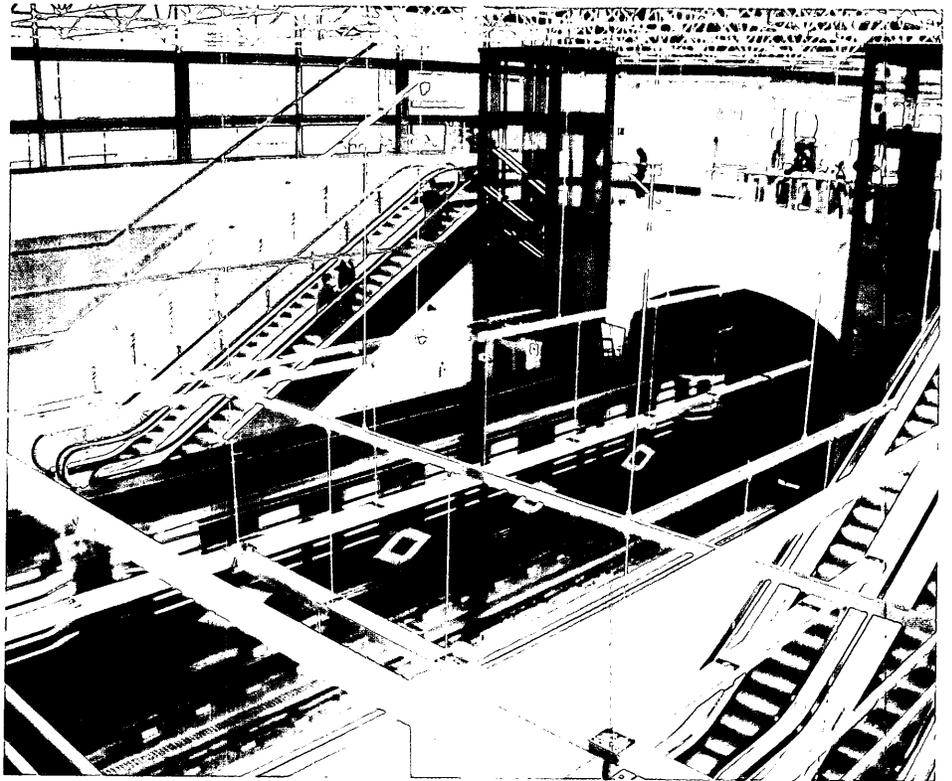
Línea 5

EUGENIA DE MONTIJO

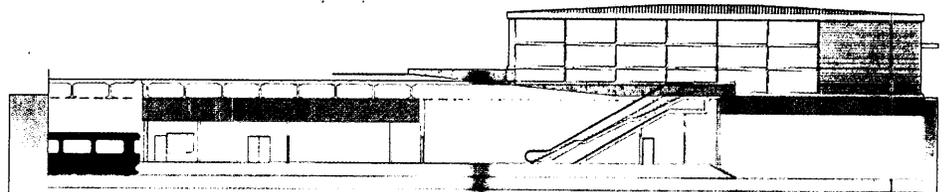
Las obras de construcción de Eugenia de Montijo suponen la implantación de una nueva estación en la Línea 5, entre las estaciones de Aluche y Carabanchel. Se sitúa ésta en la zona sureste de Madrid, en la línea divisoria de los distritos de Latina y Carabanchel, de manera que entran en su área de influencia barrios como los de Aluche, Carabanchel y Vista Alegre.

Da servicio a una población de 18.000 habitantes y supone que más de 3 millones de viajeros al año utilizan esta estación. Se justifica por la elevada longitud existente, 1.484 metros, entre las estaciones de Aluche y Carabanchel.

La estación se sitúa junto al inicio de túnel de línea que conecta con Carabanchel, a partir del cual, en la zona a cielo abierto, se intercala un tramo recto y horizontal que permite la localización de la nueva estación con 90 metros de



SECCIÓN TRANSVERSAL



SECCIÓN LONGITUDINAL

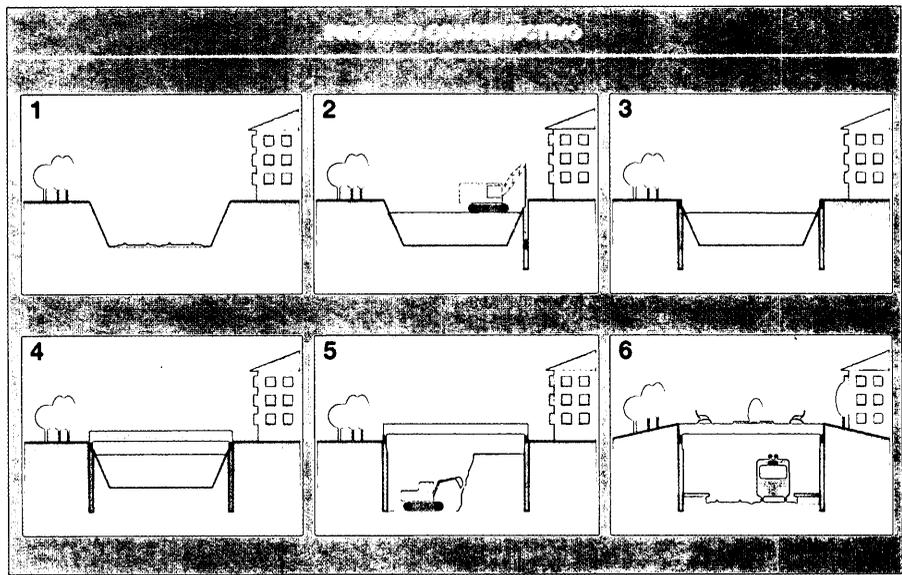
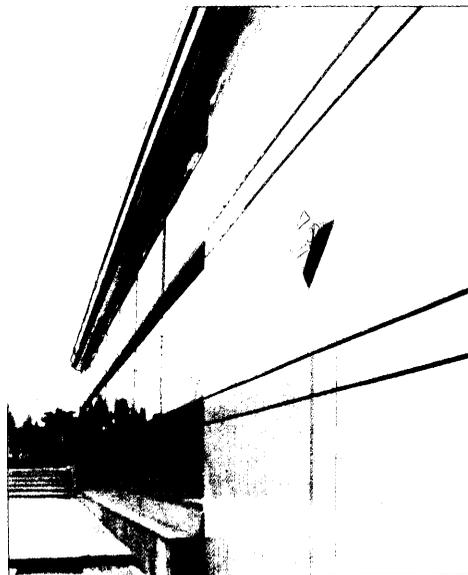


PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	Km.
Número de estaciones	1
Volumen de hormigón	5.225,2 m ³
Volumen de desmorte	37.541,3 m ³
Acero en estructura espacial	36.795,0 Kg.
Estructura espacial	1.107 m ²
Estructura losa superior	1.422,2 m ²
Montaje de vía	1.220,9 m.
Constructores	Vías Construcciones S.A.
Presupuesto	1.053 M. ptas.
Plazo de realización	Nueve meses y medio
Fecha de inauguración	27 de octubre de 1999

longitud. Para conseguirlo fué preciso deprimir la línea existente hasta un máximo de 3,80 metros manteniéndose el trazado en planta, de manera que se afectó a una longitud de línea próxima a los 500 metros en dirección Aluche.

La estación de metro se completa con la urbanización exterior de la zona que comprende tanto el tratamiento de la cubierta de la estación como los alrededores de la misma. Se procuran al menos dos objetivos: mejorar las condiciones de acceso a la estación y la integración en la zona verde anexa. ■



El tramo Gregorio Marañón-Canal es el segundo de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 del Metro de Madrid"

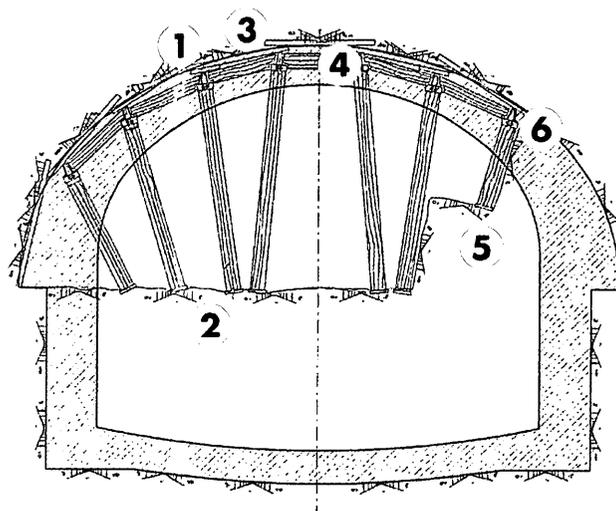
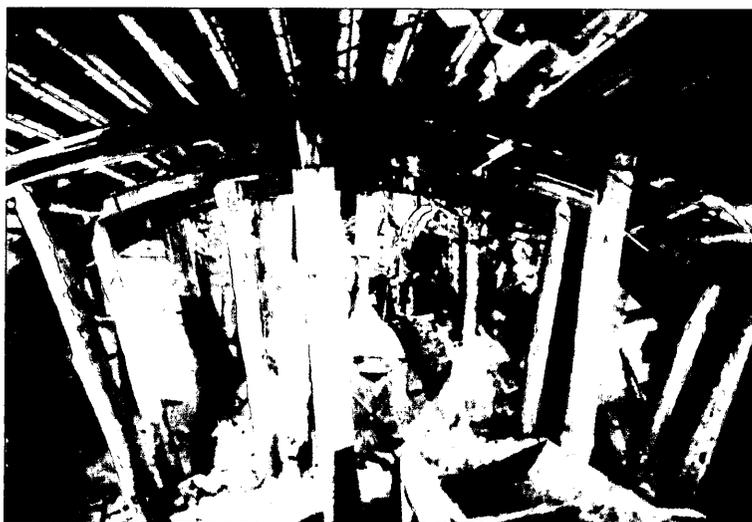
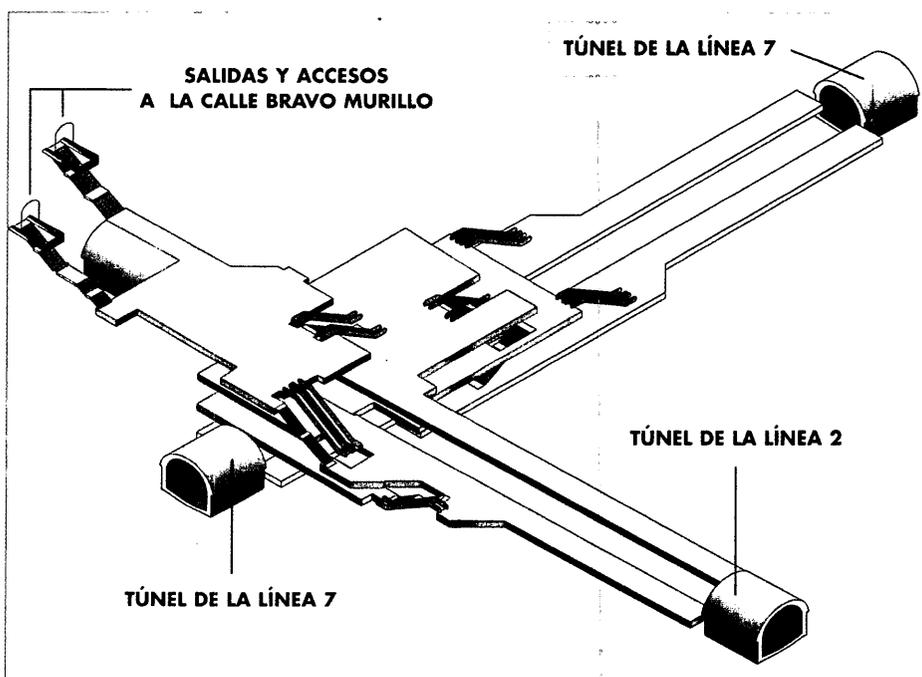
Línea 7

GREGORIO MARAÑÓN CANAL

El tramo Gregorio Marañón-Canal es el segundo de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 del Metro de Madrid".

Una vez terminado el total de la prolongación de la Línea 7, se atiende a los barrios de Valdezarza, El Pilar, Peñagrande, Lacomá y Arroyo del Fresno, mejorando la conexión Este-Oeste. Del mismo modo, sus conexiones con la unión de la Línea 10, con la Línea 2 y con la Línea 6, permiten mejorar notablemente la vertebración y conectividad de la Red.

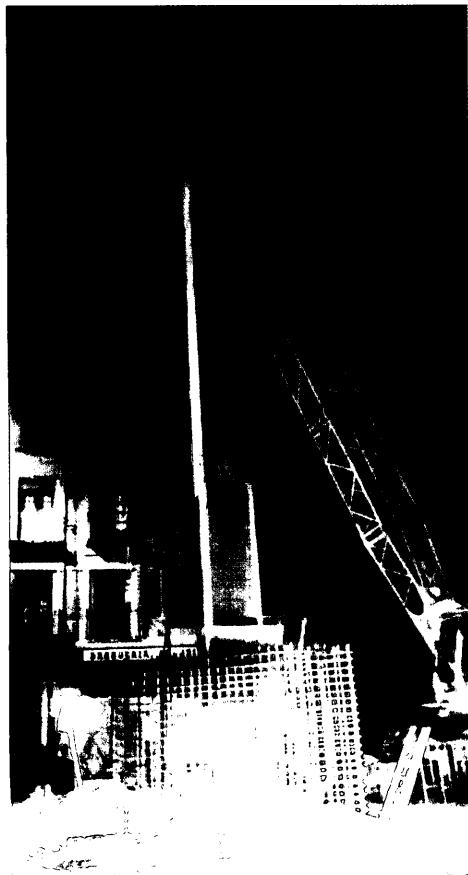
El tramo que se abre al público comienza en la estación de GREGORIO



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS



Longitud total del tramo	1.02 Km.
Número de estaciones	3 unid.
Volumen de hormigón	78.000 m ³
Volumen de excavación	162.000
Acero	4.850.000 Kg.
Pantallas	19.300 m ²
Longitud de carril	2,04 Km.
Constructores	Necso - Ferrovial
Ingeniería	Proser
Supervisión de obra	Proser
Control de calidad	Sergeyco - Geoteyco
Presupuesto	6.300 M. ptas.
Inicio de las obras	12 Nov. 1996
Fecha de inauguración	16 Oct. 1998



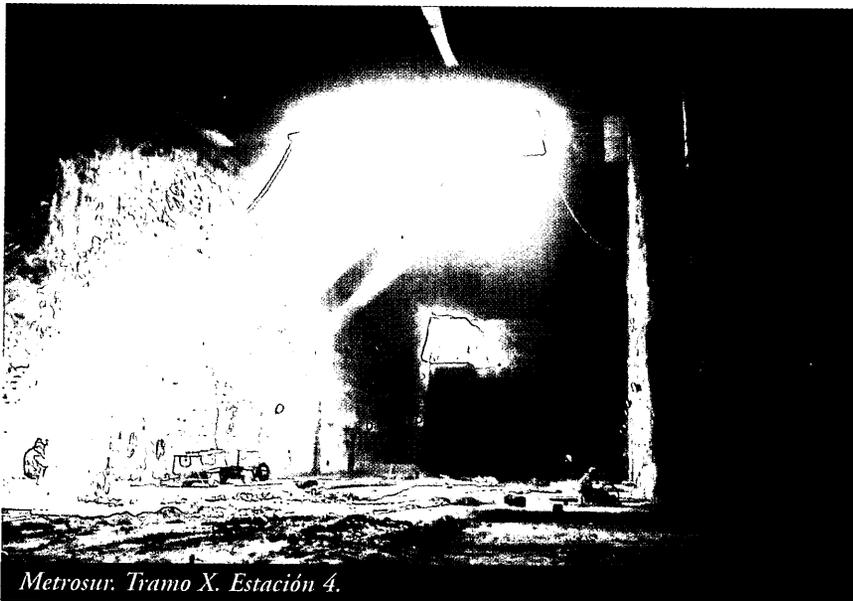
MARAÑÓN, y tras un tramo recto llega a la nueva estación de ALONSO CANO, que se preve será utilizada por 5.400 viajeros al día. Tras otro tramo recto termina en la nueva estación de CANAL, donde se efectúa un intercambio con la Línea 2; fue preciso modificar el trazado en alzado, realzar los hastiales del túnel y crear una nueva estación, entre las existentes de Quevedo y Cuatro Caminos; esta estación es utilizada por 19.500 viajeros al día, lo que la convierte en una de las más importantes de toda la ampliación.

Las estaciones se han ejecutado por el procedimiento de "CUT AND COVER", e incluyen plantas para aparcamientos y accesos para personas de movilidad reducida.

El tramo, de 1.100 metros de longitud y 7,80 metros de luz, que permite la circulación de trenes del tipo 5.000, discurre en su totalidad bajo la calle José Abascal, y se ha ejecutado por el Método Tradicional de Madrid. Se utiliza como mango de maniobra el túnel ya ejecutado bajo la calle Cea Bermúdez que forma parte del siguiente tramo. ■

Enhorabuena a la COMUNIDAD DE MADRID
por el premio PUENTE DE ALCANTARA, a la obra UTIL, SÓLIDA Y BELLA
de la ampliación de la RED DE METRO DE MADRID.
Nos sentimos orgullosos de haber participado.

UNA OBRA BIEN HECHA



Metrosur. Tramo X. Estación 4.



Metrosur. Tramo IV.



Metro de Madrid. Línea 4.

Desde nuestra creación, hace 36 años, llevamos colaborando en el desarrollo del METRO de Madrid. Desde entonces hemos asistido técnicamente, aplicando la tecnología más en vanguardia, a una gran parte de la red metropolitana de la Comunidad de Madrid. Las actuaciones más recientes son las siguientes:

Proyecto de Construcción del tramo I de Metrosur y las nuevas cocheras de la línea 10.

Asistencia técnica a las siguientes obras:
Línea 4 (tramo Esperanza-Parque de Sta. María),
Línea del Aeropuerto (tramo Mar de Cristal-Barajas),
Línea 11 (tramo Plaza Elíptica-Pan Bendito),
Línea 10 (tramo II) y Metrosur (tramo X).

Inspección y vigilancia de las obras en varios tramos de Metrosur.

Intecsa-Inarsa planifica de forma interdisciplinaria y completa todo tipo de infraestructura, especialmente para el transporte ferroviario, tanto interurbano como metropolitano. Las actividades abarcan desde la elaboración de estudios de factibilidad, pasando por la planificación de cada fase hasta incluso la supervisión y dirección de la construcción.

CAMPOS DE ACTIVIDAD

Ingeniería del transporte
Edificación y urbanismo
Ingeniería del agua y del terreno
Medio ambiente
Ingeniería industrial
Estructuras e Ingeniería marítima
Innovación y nuevas tecnologías



intecsa-inarsa, s.a.

Oronse, 70. 28020 Madrid.
Tel.: (34) 91 567 38 00. Fax: (34) 91 567 38 01
E-mail: general@intecsa-inarsa.es
www.intecsa-inarsa.es



El tramo Canal-Valdezarza es el tercero de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 de Metro de Madrid"

Línea 7

CANAL VALDEZARZA

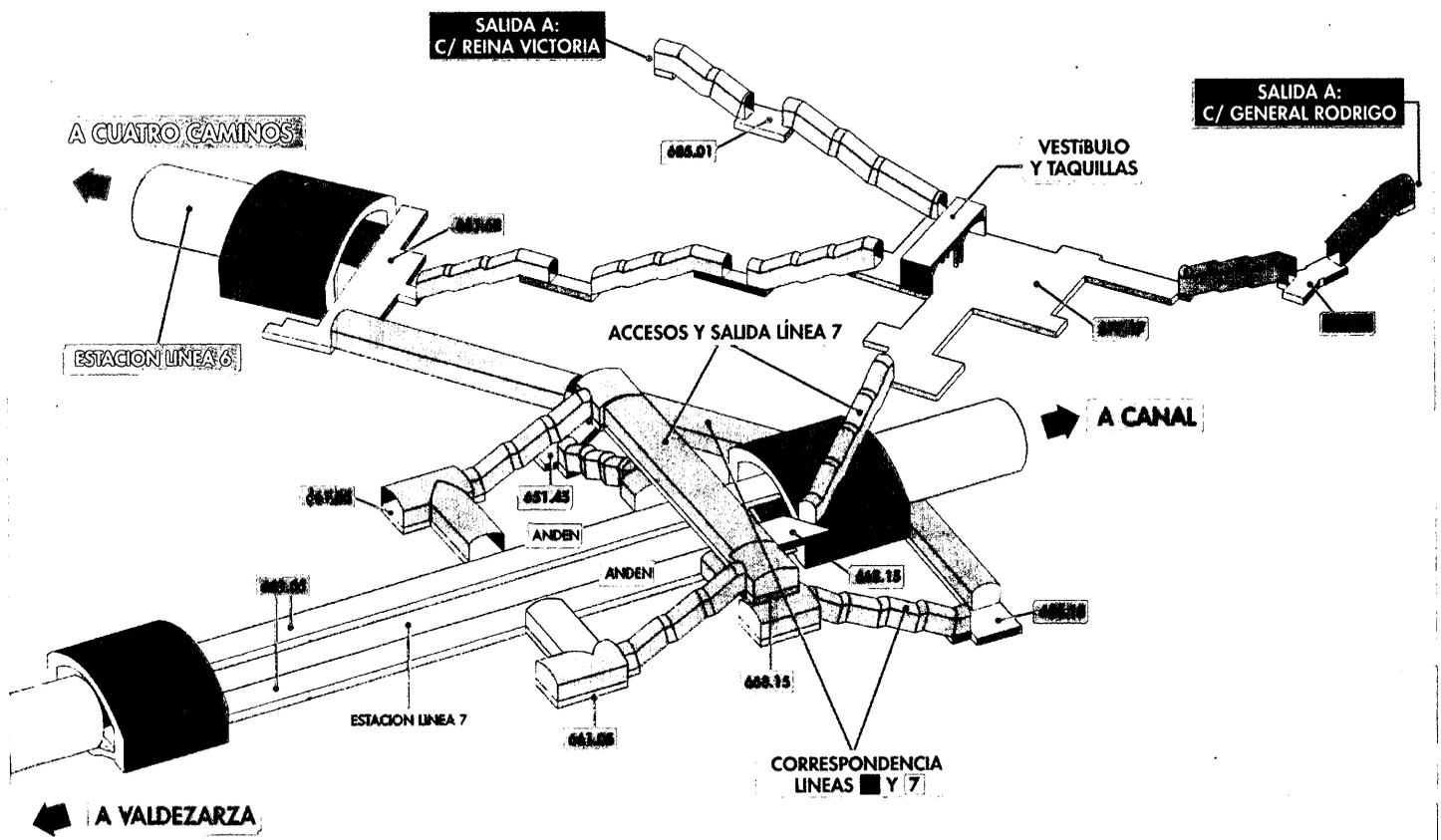
El tramo Canal-Valdezarza es el tercero de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 de Metro de Madrid".

La línea 7 discurriría entre las estaciones de Las Musas y Avenida de Améri-

ca, conectando barrios de la periferia con una estación relativamente central. De esta forma, al no ser una línea pasante y tener solo dos posibilidades de intercambio, está infrutilizada. Una vez terminado el total de la prolongación se mejora la conexión Este-Oeste de una amplia zona que actualmente cuenta solo con la Línea 6 y permite el acceso a la almendra central de los

usuarios de la Línea 7, conectando además con las Líneas 10, 2 y 6 y la Red de Cercanías.

El tramo que se abre al público comienza en la estación de CANAL, y tras un tramo recto llega a la nueva estación de ISLAS FILIPINAS, con tres plantas de aparcamiento. Hasta este punto la Línea 7 discurriría de Este a Oeste, ahora describe una amplia cur-



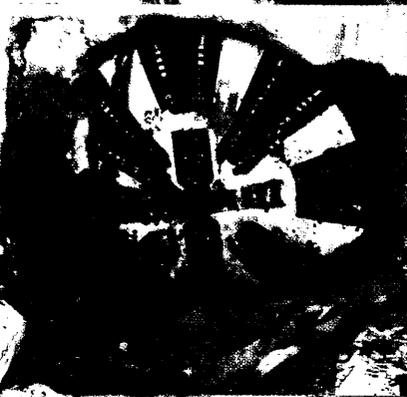
ACS

PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

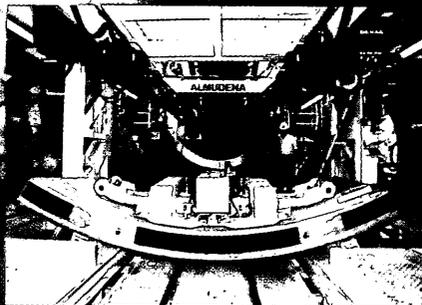


de Metro

en Metro



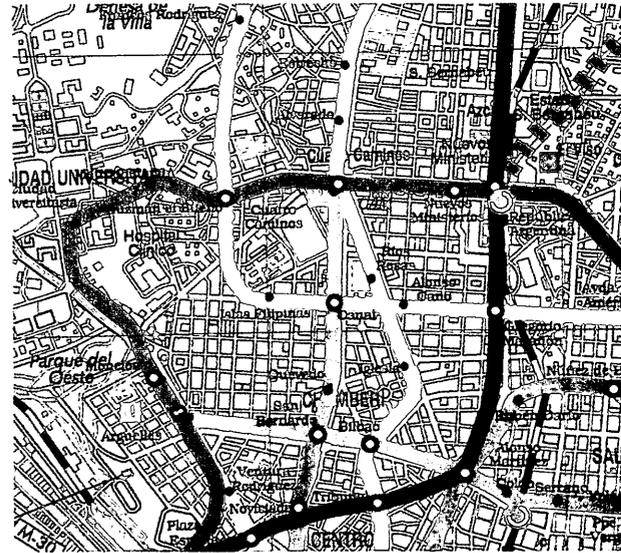
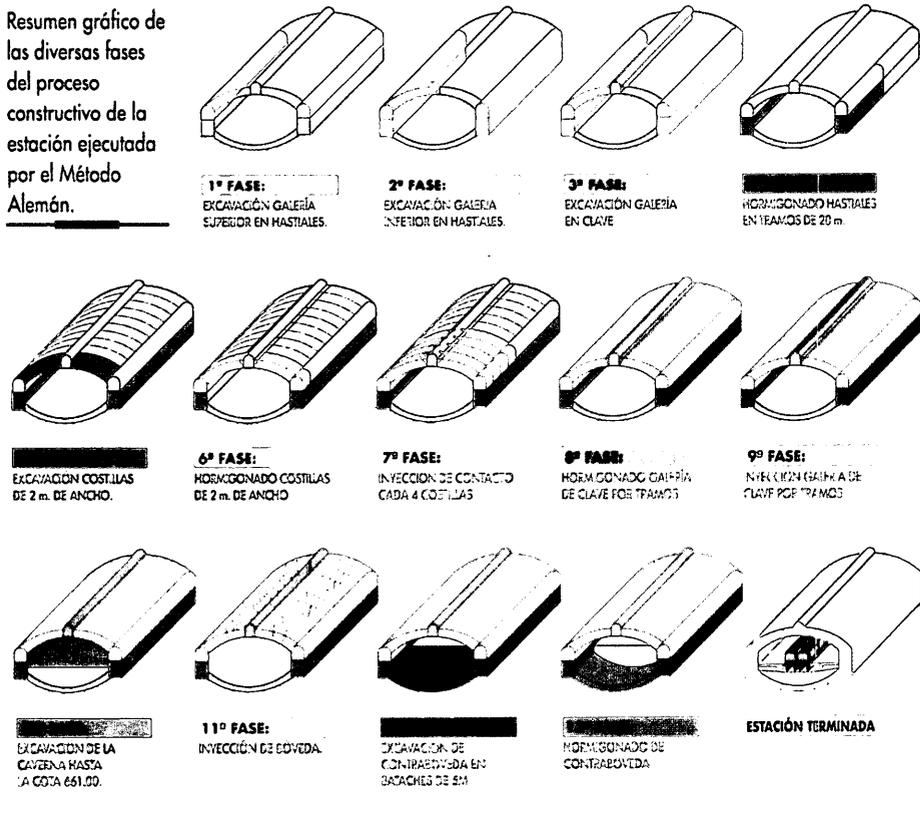
Línea 9



Metrosur

EL VALOR DE LAS GRANDES OBRAS

Resumen gráfico de las diversas fases del proceso constructivo de la estación ejecutada por el Método Alemán.



La estación de Guzmán el Bueno es la única ejecutada en caverna, obligado por encontrarse debajo de edificios; se ha utilizado el llamado Método Alemán.

Las restantes estaciones se han ejecutado por el procedimiento "CUT AND COVER".

El tramo tiene 4.650 metros de longitud, de los cuáles 3.435 metros corresponden a túnel de 9,38 metros de diámetro ejecutado con la tuneladora "La Paloma". Con esta máquina se ejecutaron, en Agosto de 1998, 618 metros de túnel en curva, lo que supone un récord mundial. ■

va y se dirige al Norte, atraviesa la nueva estación de Guzmán el Bueno, donde se efectúa una correspondencia

con la Línea 6; sigue con planta sinuosa y dos nuevas estaciones Francos Rodríguez y Valdezarza.



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	4.65 Km.
Número de estaciones	4 unid.
Volumen de hormigón	202.000 m ³
Volumen de excavación	460.000 m ³
Acero	14.480.000 Kg.
Pantallas	36.200 m ²
Longitud de carril	9,10 Km.
Constructores	Necso - Ferrovial
Ingeniería	Proser - Typsa
Supervisión de obra	Proser - Prointec
Control de calidad	Sergeyco - Geoteyco Euroestudios
Presupuesto	20.091 M. ptas.
Inicio de las obras	12 Nov. 1996
Fecha de inauguración	12 Feb. 1999

El tramo Valdezarza-Pitis es el último de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 de Metro de Madrid"

Línea 7

VALDEZARZA PITIS

El tramo Valdezarza-Pitis es el último de los cuatro que componen la "Prolongación a Valdezarza y Peñagrande de la Línea 7 de Metro de Madrid".

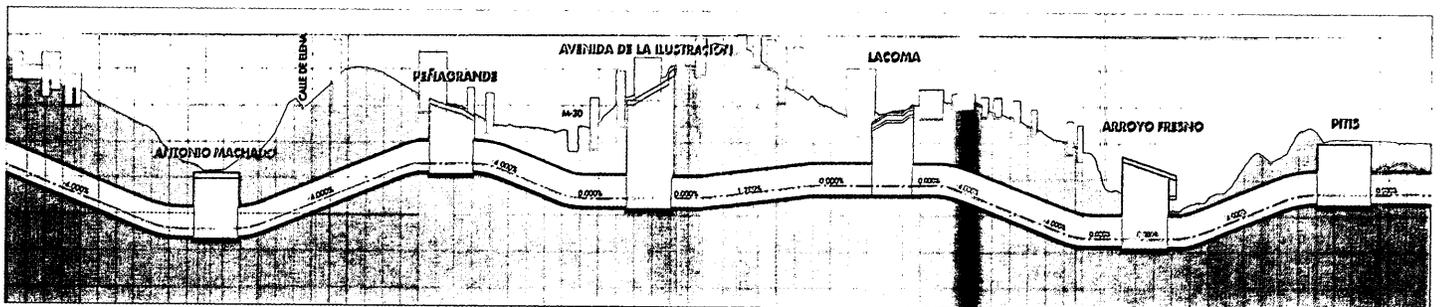
Esta ampliación de la Línea 7, no sólo atiende a los barrios de Valdezarza, El Pilar, Peñagrande, Lacoma y Arroyo Fresno, sino que ha mejorado la conexión Este-Oeste de una amplia zona que contaba solo con la Línea 6 y permitiendo el acceso a la almendra central de los usuarios de la Línea 7, conectando además con las Líneas 10, 2 y 6 y la Red de Cercanías, mejorando notablemente la vertebración y conectividad de la Red.

El trazado del tramo comienza a la salida de la estación de Valdezarza, describe una amplia curva hacia el Norte hasta llegar a la estación de ANTONIO MACHADO situada bajo la calle de Valle de Mena; enlaza con una curva a la izquierda para situarse bajo la calle Vereda de Ganapanes donde se ubica la estación de PEÑAGRANDE, a la altura

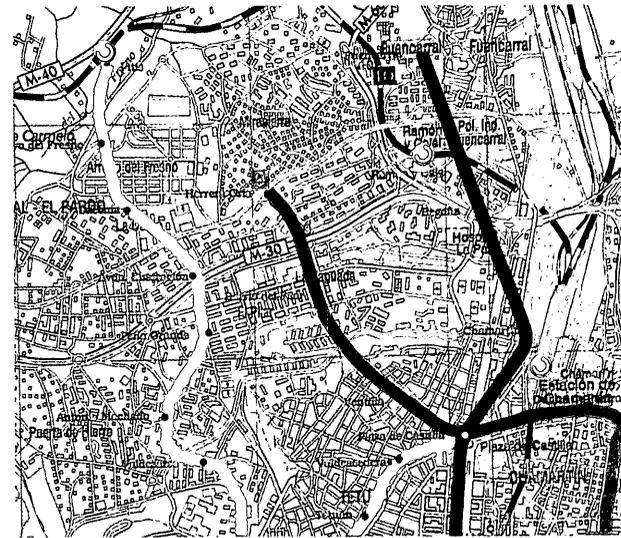
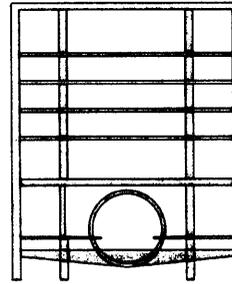
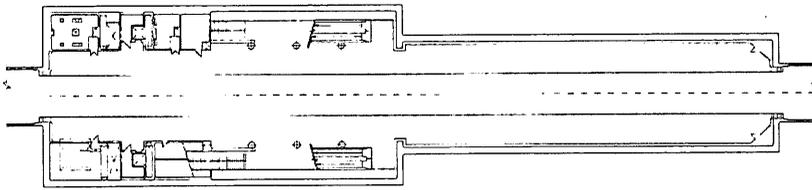


de la Avenida de Betanzos, de aquí continúa hasta llegar a la estación de AVENIDA DE LA ILUSTRACIÓN situada entre las

calles de Fermín Caballero e Islas Cíes, donde se ha ejecutado un aparcamiento subterráneo de 130 plazas; prologando



ESTACIÓN DE AVENIDAD DE LA ILUSTRACIÓN



se la traza en dirección Noroeste hasta llegar al cruce de las calles Riscos de Polanco y Ramón Gómez de la Serna donde se sitúa la estación de LACOMA con un aparcamiento subterráneo de 97 plazas; sigue en recta hasta llegar al camino del Arroyo del Fresno donde se ubica la estación del mismo nombre, continúa describiendo una curva a la derecha hasta situarse en dirección Noroeste para lle-

gar a la estación de PITIS, final de trayecto, donde se ha construido el intercambiador con la estación de cercanía de RENFE de las Líneas C7 y C8A. Se ha realizado un fondo de saco para la prolongación futura de la línea.

El tramo tiene 4.553 metros de longitud de los cuáles 3.235 corresponden a túnel de 9,38 metros diámetro ejecutado con tuneladora, 743 metros correspon-

den al paso por estaciones y los 576 metros restantes son de falso túnel ejecutado a cielo abierto entre pantallas o con bóveda de hormigón armado. ■



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	4.21 Km.
Número de estaciones	6 unid.
Volumen de hormigón	215.149 m ³
Volumen de excavación	1.078.701 m ³
Acero	13.279.040 Kg.
Pantallas	67.664 m ²
Longitud de carril	8,42 Km.
Constructores	FCC
Ingeniería	Prointec
Supervisión de obra	Eptisa
Control de calidad	Tecnos
Presupuesto	14.895 M. ptas.
Inicio de las obras	15 Nov. 1996
Fecha de inauguración	Marzo 1999

El flujo de usuarios del aeropuerto de Barajas, experimenta un crecimiento sostenido, aumento que demandaba un sistema de transporte público de gran capacidad con el centro de Madrid, solucionado con la prolongación de la Línea 8

Línea 8

CAMPO DE LAS NACIONES
AEROPUERTO DE BARAJAS
BARAJAS

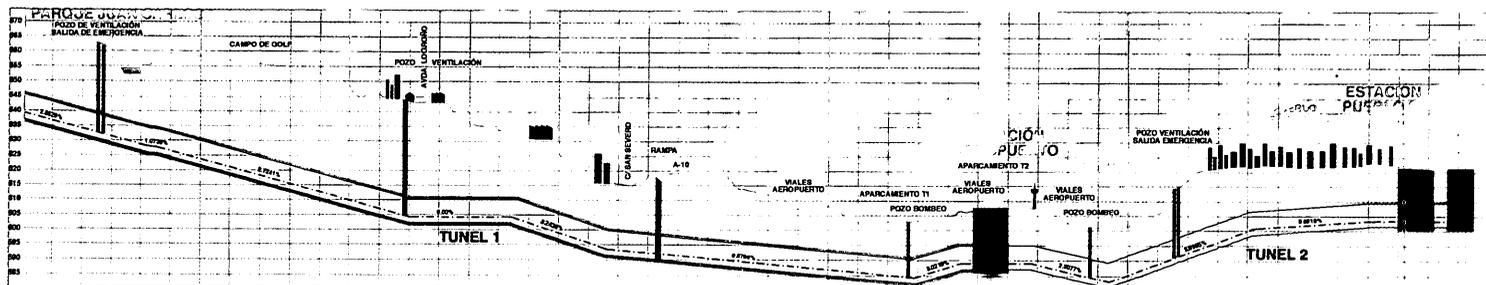
El flujo de usuarios del aeropuerto de Barajas, experimenta un crecimiento sostenido, aumento que demandaba un sistema de transporte público de gran capacidad con el centro de Madrid, solucionado con la prolongación de la Línea 8. Esta se extiende entre el área de los Recintos Feriales y el Pueblo de Barajas, tiene una longitud de 5.347 metros, y su trazado discurre bajo el Parque de Juan Carlos I y la barriada de Corralejas. Los aparcamientos T1, T2 y T3, la plataforma de aparcamiento de Aeronaves junto al Dique Norte y el Pueblo de Barajas, ubicándose las estaciones junto al nuevo aparcamiento de la T2 y en Barajas junto a la Plaza de Pajarones, terminando la línea en un fondo de saco diseñado para poder realizar en el futuro la prolongación hasta la nueva terminal.

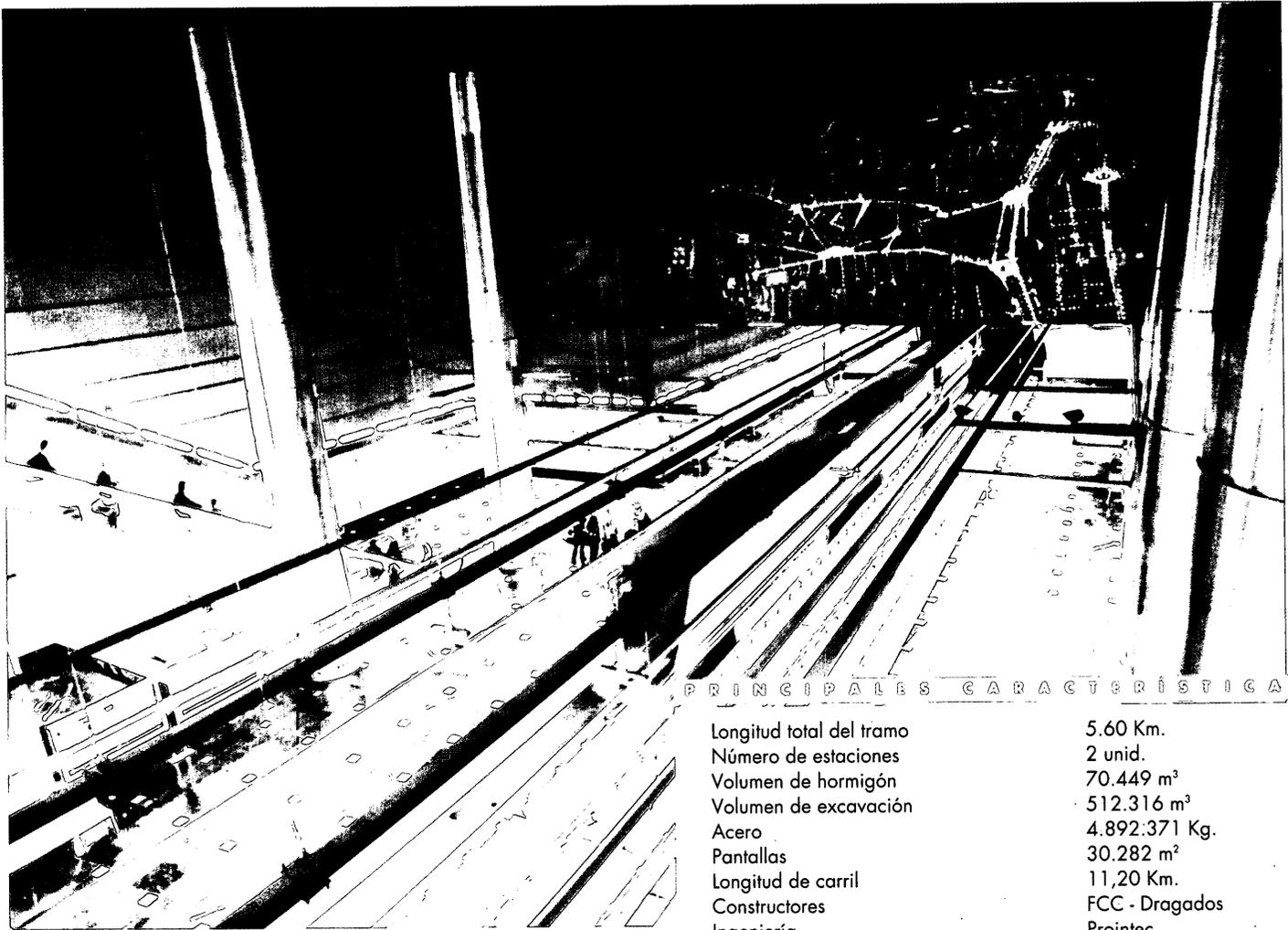
La totalidad del túnel se ha realizado con tuneladora de presión EPB de 9,38 metros de diámetro, empleando en su



ejecución dos tuneladoras generales, que acometieron la perforación desde los pozos de ataque situados en el Parque Juan Carlos I y Plaza de Pajarones. Las estaciones se han ejecutado a cielo abierto entre pantallas de hormigón ar-

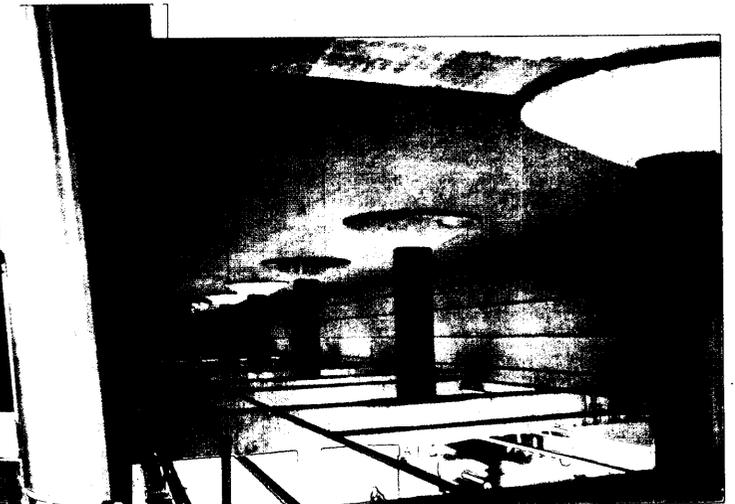
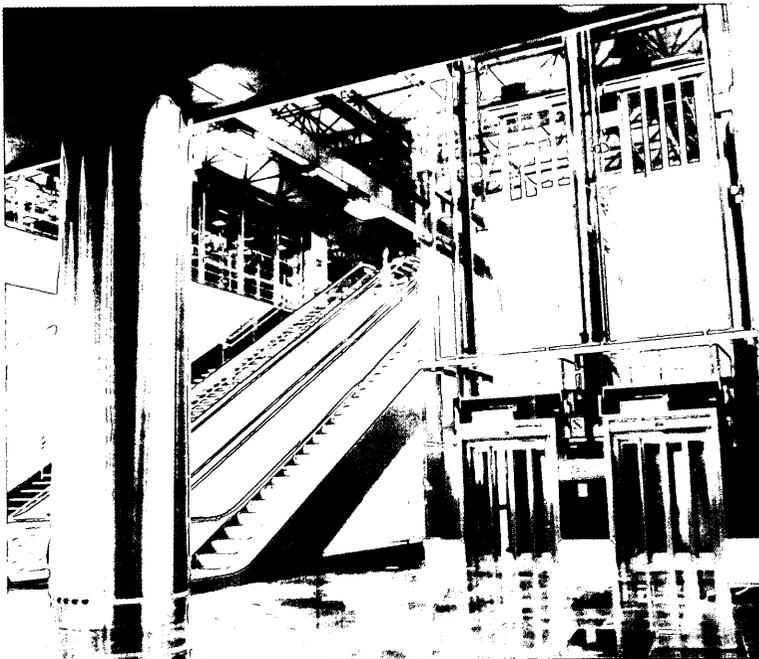
mado, por el procedimiento de "CUT AND COVER". El diseño del Acceso a la estación del Aeropuerto se ha realizado integrando éste en las galerías de acceso ejecutadas por AENA adaptándose al diseño y la tipología existente.





PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	5.60 Km.
Número de estaciones	2 unid.
Volumen de hormigón	70.449 m ³
Volumen de excavación	512.316 m ³
Acero	4.892.371 Kg.
Pantallas	30.282 m ²
Longitud de carril	11,20 Km.
Constructores	FCC - Dragados
Ingeniería	Prointec
Supervisión de obra	Typsa - Prointec
Control de calidad	Eptisa - Elsamex - Ciesm
Presupuesto	15.286 M. ptas.
Inicio de las obras	15 Abr. 1998
Fecha de inauguración	Verano 1999



Esta ampliación se realiza para atender las necesidades de movilidad de la población del distrito de Vicálvaro, que ha sufrido un notable crecimiento en los últimos años y con un elevado potencial de desarrollo futuro

Línea 9

PAVONES
PUERTA DE ARGANDA

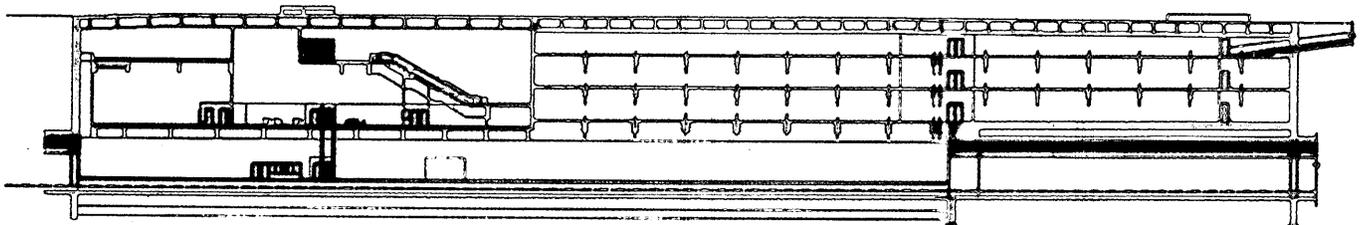
Esta ampliación se realiza para atender las necesidades de movilidad de la población del distrito de Vicálvaro, que ha sufrido un notable crecimiento en los últimos años y con un elevado potencial de desarrollo futuro. Los estudios de demanda realizados dan como resultado un total de 31.000 nuevos usuarios/día de la prolongación de la línea.

La línea 9 del Metro de Madrid se prolonga por su extremo de Pavones, en 4,6 Km. con cuatro nuevas estaciones.

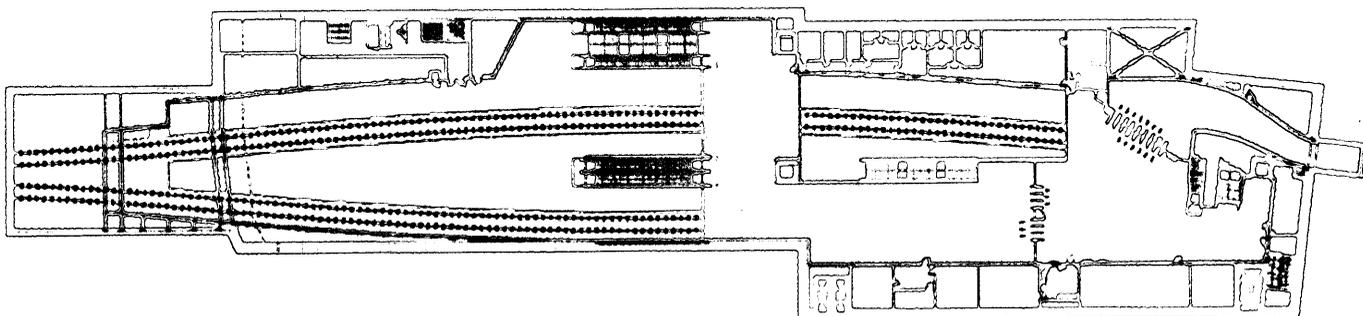
La estación de VALDEBERNARDO, se ubica en la vía principal del núcleo de Valdebernardo, de reciente construcción.

La estación de VICÁLVARO, en la Avenida de Daroca junto a la Universidad. Cuenta con un estacionamiento subterráneo de 155 plazas.

La estación de SAN CIPRIANO, en la Calle San Cipriano, incorpora un es-



ALZADO ESTACIÓN SAN CIPRIANO



PLANTA ESTACIÓN PUERTA DE ARGANDA

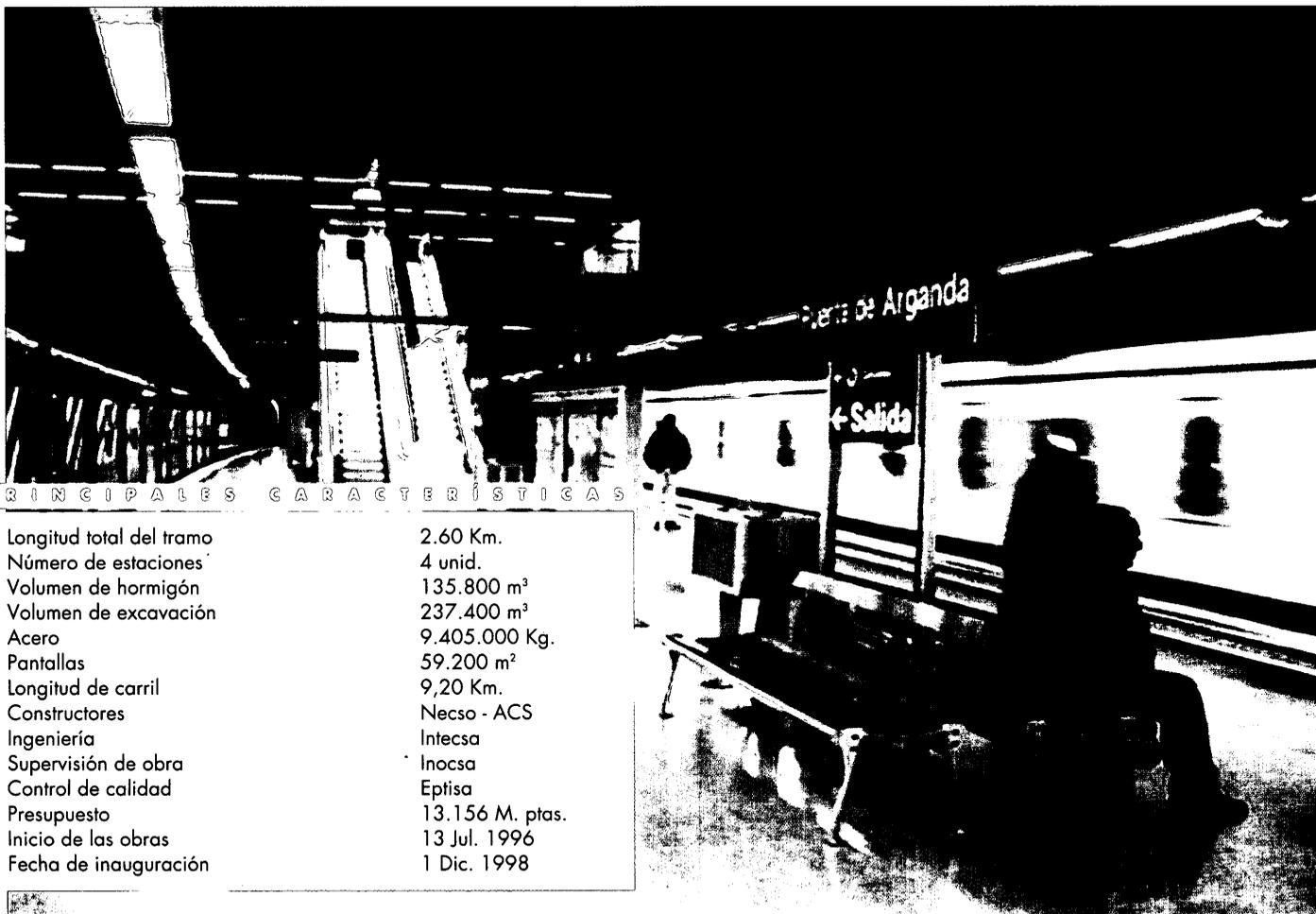
tacionamiento subterráneo de 105 plazas.

La estación de PUERTA DE ARGANDA, a las afueras de la población, junto a la estación de RENFE, facilita el intercambio con el ferrocarril de cercanías,

siendo a la vez punto de partida de la prolongación de la Línea 9 a Rivas-Vaciamadrid y Arganda. Dispone de un aparcamiento en superficie con 100 plazas.

El túnel de línea entre estaciones se ha perforado mediante máquina tuneladora,

escudo de presión de tierras (EPB) con la que se han ejecutado más de 3,5 Km. El resto de túnel se realizó a cielo abierto con pantallas y pilotes de hormigón al igual que la mayor parte de las cuatro estaciones. □

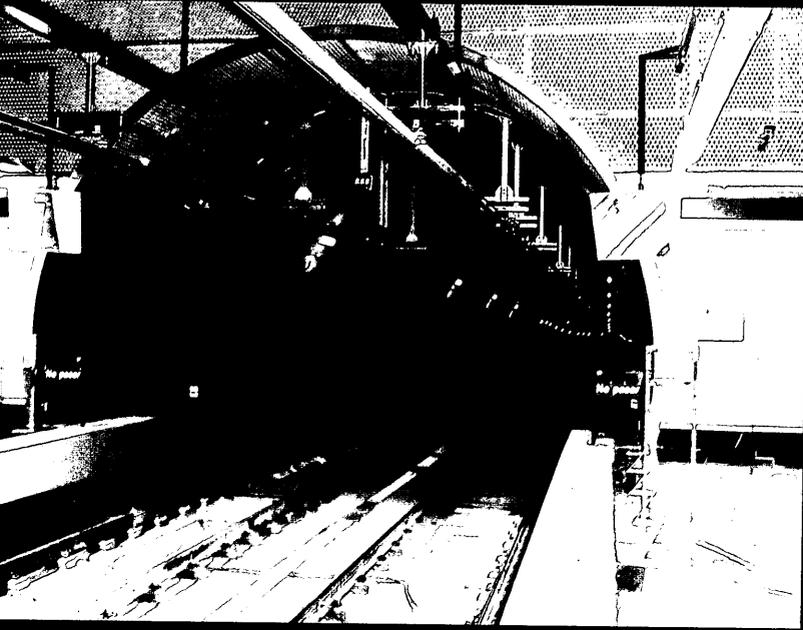


PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	2.60 Km.
Número de estaciones	4 unid.
Volumen de hormigón	135.800 m ³
Volumen de excavación	237.400 m ³
Acero	9.405.000 Kg.
Pantallas	59.200 m ²
Longitud de carril	9,20 Km.
Constructores	Necso - ACS
Ingeniería	Intecsa
Supervisión de obra	Inocsa
Control de calidad	Eptisa
Presupuesto	13.156 M. ptas.
Inicio de las obras	13 Jul. 1996
Fecha de inauguración	1 Dic. 1998

PROINTEC

Colabora en la ampliación del Metro de Madrid



Estudios y Proyectos

Supervisión de Obras

PROINTEC

La Ingeniería del Siglo XXI

Avda. de Burgos, 12 • 28036 Madrid
Telf.: 913 02 52 80 • Fax: 913 02 12 26

www.prointec.es



Este tramo de la prolongación de la Línea 9 será sin duda un elemento de dinamización económica y urbanística para los municipios, polígonos industriales y urbanizaciones de Arganda del Rey y Rivas-Vaciamadrid

Línea 9

PUERTA DE ARGANDA ARGANDA DEL REY

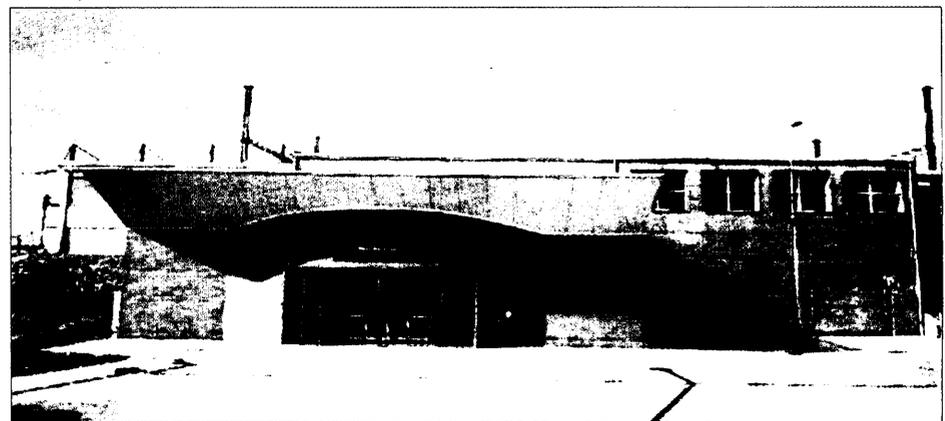
Este tramo de la prolongación de la Línea 9 será sin duda un elemento de dinamización económica y urbanística para los municipios, polígonos industriales y urbanizaciones de Arganda del Rey y Rivas-Vaciamadrid.

La construcción de esta nueva infraestructura la hacen distinta con respecto al resto de la red debido a una serie de características técnicas. La casi totalidad de los 18,3 Km. de línea discurren en superficie con un mínimo impacto en las zonas urbanas gracias a la aplicación de los más avanzados métodos constructivos.

En cuanto al funcionamiento de la línea, cualquier usuario que acceda al ferrocarril en dirección Madrid puede ir al resto de las estaciones de la Línea 9, atravesando la ciudad sin cambiar de tren.

Otra novedad de este ferrocarril es la puesta en funcionamiento de una nueva generación de material móvil, los trenes de la serie 6.000, los más modernos de la red de Metro, dotados de Videovigilancias, Aire acondicionado, Información, Formación al usuario por Audio y Video, Comunicación entre coches y Alta Velocidad durante el recorrido.

De las cuatro estaciones construidas, dos son semienterradas, RIVAS URBANIZACIONES y ARGANDA DEL REY, y las otras dos de superficie, RIVAS-VACIAMADRID y LA POVEDA. Dis-



Más de 45 años desarrollando INGENIERIA de alto contenido tecnológico

TRANSPORTE INTERURBANO

Alta velocidad
Adecuaciones



TRANSPORTE URBANO

Metros ligeros
Metros

METRO DE MADRID

Metro de Bilbao

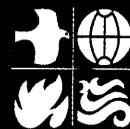
Metro de Lisboa

Metro de Valencia

Metro de Barcelona

Metro de Buenos Aires

METROS



SENER

Barcelona - Bilbao - Canarias - Madrid - Valencia

www.sener.es

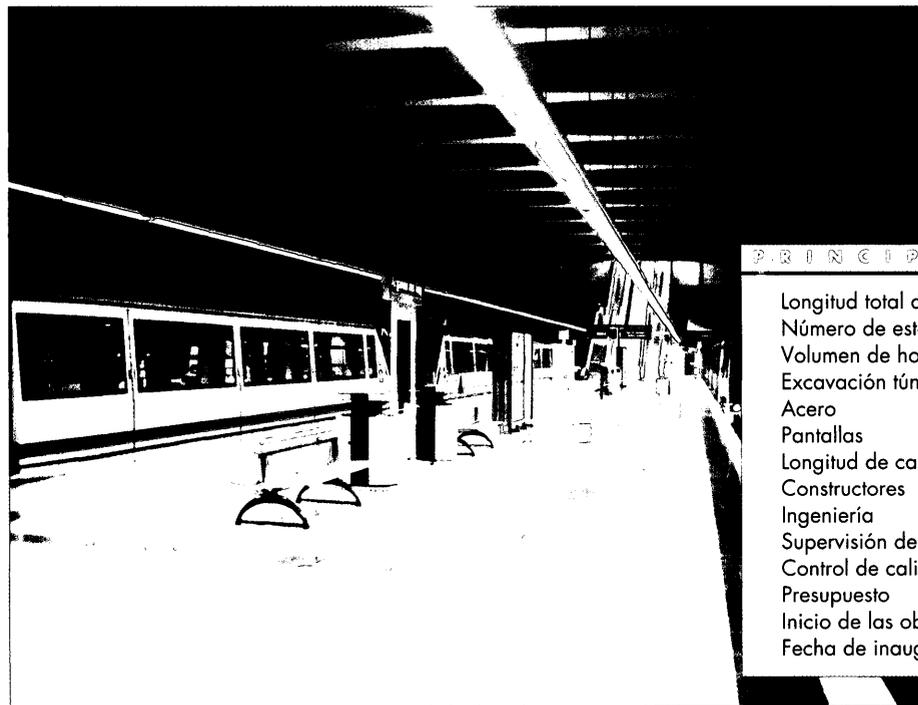


ponen de estacionamientos libres con un total de 1.054 plazas. Las estaciones se integran en el conjunto urbano y se ha facilitado el acceso directo de las líneas regulares de autobuses a las mismas.

Las cuatro estaciones, así como las circulaciones de trenes, están previstas para atender una demanda estimada de unos 20.000 viajeros/día, que suponen unos 5,6 millones de viajeros/año. Para cuando esta deman-

da se incremente, se ha previsto la construcción de dos estaciones más, tipo superficie, una en la zona de Vicálvaro y otra intermedia entre las de RIVAS URBANIZACIONES y RIVAS-VACIAMADRID.

En la zona de Rivas Urbanizaciones, entre cañada real y la Avenida de los Almendros, la Comunidad de Madrid ha decidido que en un futuro inmediato esta zona de la nueva línea esté cubierta. ■



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	18.3 Km.
Número de estaciones	4 unid.
Volumen de hormigón	122.000 m ³
Excavación túnel	237.400 m ³
Acero	6.350.000 Kg.
Pantallas	22.000 m ²
Longitud de carril	36,6 Km.
Constructores	Necso - FCC - ACS
Ingeniería	Aepo - Proser
Supervisión de obra	Typsa - Tecnos
Control de calidad	Tecnos
Presupuesto	15.446 M. ptas.
Inicio de las obras	Sep. 1997
Fecha de inauguración	Abril 1999

La nueva Línea 11, se enmarca dentro de las actuaciones recogidas en la Estrategia de Transporte de la Comunidad de Madrid, en lo referente a la prolongación de la red existente a los barrios más densamente poblados de la periferia necesitados de mayor movilidad

Línea 11

PLAZA ELÍPTICA PAN BENDITO

La nueva Línea 11, se enmarca dentro de las actuaciones recogidas en la Estrategia de Transporte de la Comunidad de Madrid, en lo referente a la prolongación de la red existente a los barrios más densamente poblados de la periferia necesitados de mayor movilidad. La previsión de viajeros al año en la utilización de la nueva Línea 11 es de 8.073.936.

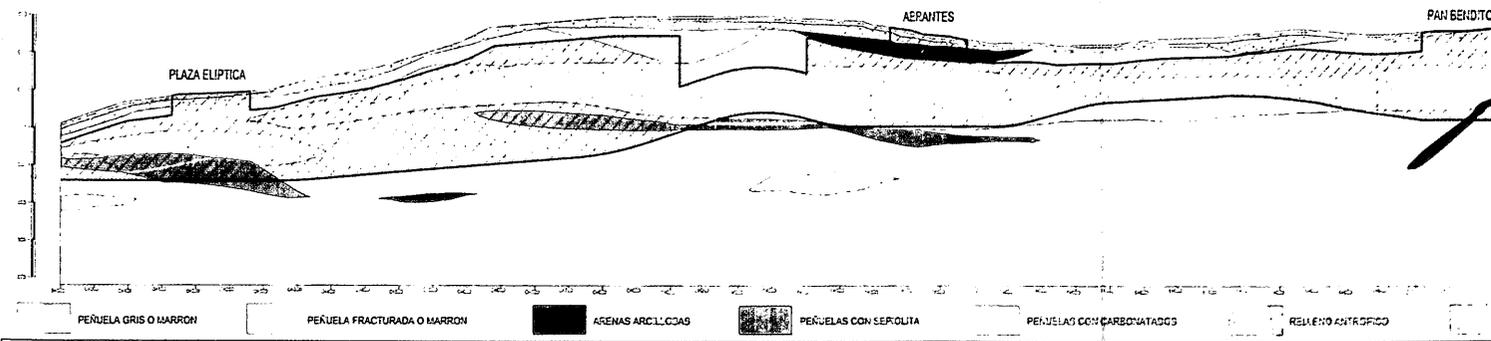
La Línea 11 parte desde la Plaza Elíptica hasta la colonia de Pan Bendito, siguiendo básicamente la Avenida de Abrantes; entre ambos puntos se intercala la estación de ABRANTES, las obras se completan con un fondo de saco inicial y otro final para poder realizar en el futuro una prolongación de la Línea 11 hacia el norte y hacia el suroeste.

Para conectar la nueva Línea 11 con el resto de la red, se ha construido un ramal, que partiendo de un punto de la

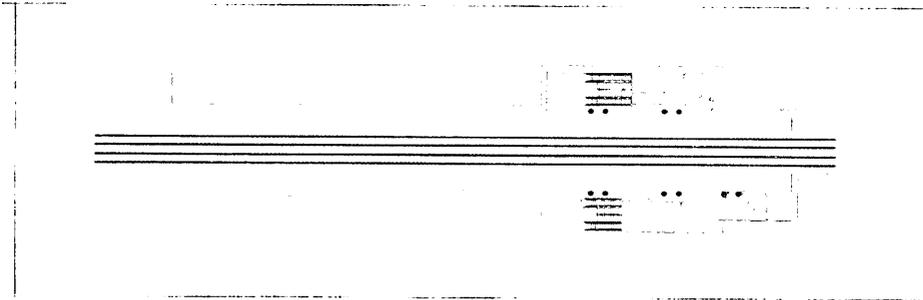


Línea 6 (entre las estaciones de Opañel y Plaza Elíptica) se une con la nueva Línea 11 entre las estaciones de PLAZA ELÍPTICA y ABRANTES.

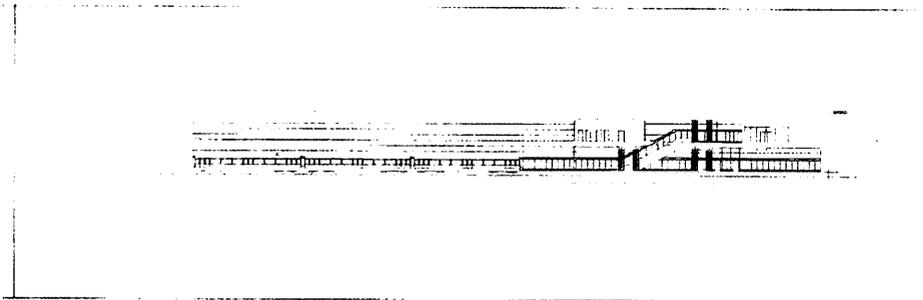
La mayor parte del túnel se ha realizado a cielo abierto, excepto en las zonas situadas bajo edificaciones donde se ha excavado el túnel por el Método



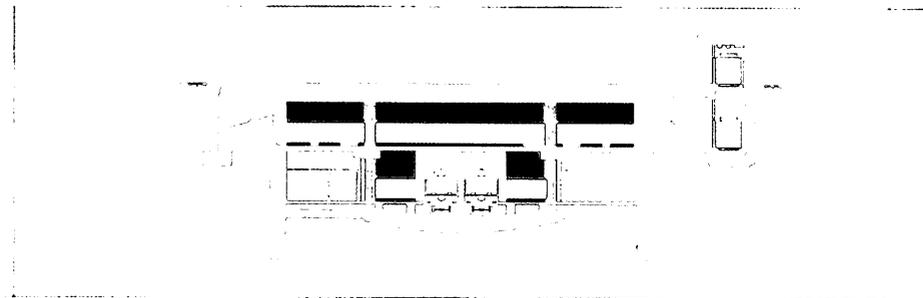
PAN BENDITO



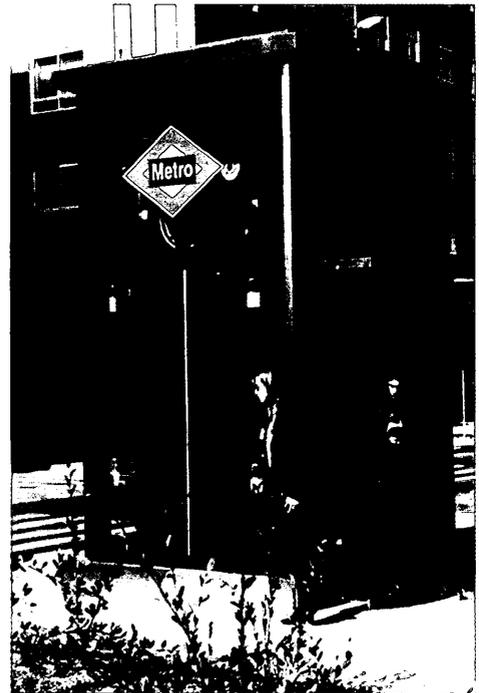
PLANTA



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



Tradicional de Madrid, habiéndose realizado por este sistema un total de 385 metros.

Las estaciones se han excavado entre pantallas de hormigón, mediante el sistema "UP AND DOWN".

La obra comprende además la subestación eléctrica situada en la estación de Abrantes y la unión entre las estaciones de Plaza Elíptica de la Línea 6 y de la Línea 11 mediante un túnel de 70 metros de longitud y 5,45 de anchura, excavado por el Método de Madrid. ■



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Longitud total del tramo	2.60 Km.
Número de estaciones	3 unid.
Volumen de hormigón	98.632 m ³
Volumen de excavación	252.552 m ³
Acero	8.055.992 Kg.
Pantallas	77.325 m ²
Longitud de carril	5,20 Km.
Constructores	Dragados
Ingeniería	Iberinsa
Supervisión de obra	Aepo
Control de calidad	Icaes
Presupuesto	6.720 M. ptas.
Inicio de las obras	15 Feb. 1997
Fecha de inauguración	16 Nov. 1998