

AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO 1995-99.

ESTADO DE LOS TRABAJOS EN OCTUBRE DE 1997

Manuel Melis Maynar

Prof. Dr. Ing. de Caminos, M.Sc, MBA

Director General de Infraestructuras del Transporte

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

Vicepresidente, Metro de Madrid

RESUMEN

En el presente artículo se resume el estado de los trabajos de la Ampliación del Metro de Madrid a 1 de octubre de 1997, detallando los avances e incidencias de cada una de las 6 tuneladoras EPB y del resto de los trabajos. Se resumen también las magnitudes globales más importantes del conjunto de la Ampliación y su estado actual.

ABSTRACT

The state of the various extensions of the Madrid metro on October 1, 1997 is summarized in this article, with an account of the progress of each of the EPB excavators and the rest of the work. An outline is given of the main global magnitudes of the extension work and the progress to date.

La ampliación que se está construyendo, como se sabe por anteriores artículos, está formada por las 13 obras siguientes:

AMPLIACIÓN DE METRO 1995-99

TRAMO A CONSTRUIR	KM LÍNEA	KM FONDO SACO	KM TOTAL	ESTACIONES
1.- LÍNEA 10 LAGO-P. PÍO	2,67	0,00	2,67	0
2.- LÍNEA 10 P. PÍO-PL. ESPAÑA				0
3.- LÍNEA 4 PROLONG. HORTALEZA	2,04	0,60	2,64	2
4.- UNIÓN LÍNEAS 8-10	1,61	0,00	1,61	
5.- UNIÓN LÍNEAS 7-8	1,01	0,24	1,25	1
6.- LÍNEA 9 PROLONGACIÓN a VICÁLVARO	4,05	0,50	4,55	5
7.- LÍNEA 8 MAR DE CRISTAL - CAMPO NACIONES	2,20	0,40	2,60	2
8.- LÍNEA 7 Dr. MARAÑÓN-GUZMÁN EL BUENO	2,48	0,00	2,48	5
9.- LÍNEA 7 GUZMÁN EL BUENO - LA PALOMA	2,74	0,00	2,74	2
10.- LÍNEA 7 LA PALOMA - PITIS	4,13	0,15	4,28	6
11.- LÍNEA 1 PROLONGACIÓN A VALLECAS VILLA	2,47	0,20	2,67	4
12.- LÍNEA 11 PROLONGACIÓN A CARABANCHEL	2,05	0,60	2,65	3
13.- LÍNEA 4 PROLONG. MAR DE CRISTAL - Pque.Sta.MARÍA	1,04	0,50	1,54	2
SUMAS	28,60	3,19	31,79	33

Artículos que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de enero de 1998.

Además, en 1997 se decidió incluir el tramo de unión de la nueva Línea 8 con el Aeropuerto de Barajas, Terminales Nacionales, cuyos datos son:

AMPLIACIÓN DE METRO 1995-99

TRAMO A CONSTRUIR	KM LÍNEA	KM FONDO SACO	KM TOTAL	ESTACIONES
14.- LÍNEA 8 CAMPO DE LAS NACIONES – AEROPUERTO – PUEBLO DE BARAJAS	5,40	0,20	5,60	2
TOTAL AMPLIACIÓN	34,00	3,39	37,39	35

De estos 14 tramos, ha sido necesario hacer nuevos los Proyectos de los 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 14 y rehacer o modificar los de los tramos 1 y 2 para pasar bajo el río Manzanares, 4 y 5 para construir el Intercambiador de Gregorio Marañón en lugar de estaciones separadas, modificar el 9 para reducir al máximo la superficie de pantallas a construir y subir la rasante bajo el cruce con RENFE en Vicálvaro, y los 3 y 13 para ajustar la estación de Mar de Cristal al intercambio con el nuevo ramal a Recintos Feriales y posteriormente al Aeropuerto.

En la siguiente tabla se resumen los días que se ha tardado entre la Licitación del Proyecto y el comienzo real y efectivo de las correspondientes obras.

OBRA	DIAS ENTRE LICITACIÓN
1.- LÍNEA 10 LAGO-P.PÍO	
2.- LÍNEA 10 P.PÍO-PL.ESPAÑA	
3.- LÍNEA 4 PROLONG.HORTALEZA	565
4.- UNIÓN LÍNEAS 8-10	907
5.- UNIÓN LÍNEAS 7-8	948
6.- LÍNEA 9 PROLONGACIÓN a VICÁLVARO	605
7.- RAMAL MAR DE CRISTAL - RECINTOS FERIALES	368
8.- LÍNEA 7 Dr.MARAÑÓN-GUZMÁN EL BUENO	356
9.- LÍNEA 7 GUZMÁN EL BUENO - LA PALOMA	356
10.- LÍNEA 7 LA PALOMA - PITIS	356
11.- LÍNEA 1 PROLONGACIÓN A VALLECAS VILLA	342
12.- LÍNEA 11 PROLONG. A CARABANCHEL	342
13.- LÍNEA 4 PROL. MAR CRISTAL – Pque.Sta.MARÍA	995

Los métodos constructivos adjudicados en cada obra son los siguientes:

OBRA	METODO CONSTRUCTIVO
1.- LÍNEA 10 LAGO-P.PÍO	EPB EXISTENTE ø 6.70 m 1 VIA
2.- LÍNEA 10 P.PÍO-PL.ESPAÑA	CLASICO MADRID
3.- LÍNEA 4 PROLONG.HORTALEZA	EPB nº 2 NUEVA ø9.50 m ² VIAS
4.- UNIÓN LÍNEAS 8-10	CLASICO MADRID
5.- UNIÓN LÍNEAS 7-8	CLASICO MADRID
6.- LÍNEA 9 PROLONGACIÓN a VICÁLVARO	EPB nº 3 NUEVA ø9.50 m ² VIAS
7.- RAMAL MAR DE CRISTAL - RECINTOS FERIALES	2 EPB EXISTENTES 1 VIA
8.- LÍNEA 7 Dr.MARAÑÓN-GUZMÁN EL BUENO	EPB nº 4 NUEVA ø9.50 m ² VIAS
9.- LÍNEA 7 GUZMÁN EL BUENO - LA PALOMA	EPB nº 4 NUEVA ø9.50 m ² VIAS
10.- LÍNEA 7 LA PALOMA – PITIS	EPB nº 1 NUEVA ø9.50 m ² VIAS
11.- LÍNEA 1 PROLONGACIÓN A VALLECAS VILLA	CLASICO MADRID Y PANTALLAS
12.- LÍNEA 11 PROLONG. A CARABANCHEL	CLASICO MADRID Y PANTALLAS
13.- LÍNEA 4 PROL. MAR CRISTAL – Pque.Sta.MARÍA	EPB nº 2 NUEVA ø9.50 m ² VIAS

ESTADO DE LOS TRABAJOS EN OCTUBRE DE 1997

El 26 de Diciembre de 1996 se pusieron en servicio los dos tramos 1 y 2 de la Línea 10, entre las estaciones de Lago, el Intercambiador de Príncipe Pío y Plaza de España.

AVANCE DE LAS TUNELADORAS

En estos momentos hay 6 tuneladoras EPB (es decir, de presión de tierras) trabajando en la Ampliación. En la figura 1 puede verse el avance de cada una al 17 de Octubre de 1997. Las 4 tuneladoras grandes (9.38 m de diámetro de corte) construyen túnel de doble vía, y en la Dirección General de Infraestructuras hemos especificado para su aceptación un empuje total de 10.000 toneladas. Los fabricantes y los adjudicatarios insistieron mucho durante las conversaciones preliminares en que con 6.000 tn era suficiente, pero se fijó ese valor para poder absorber empujes superiores al estimado para el reposo e incluso poder llegar a vencer el pasivo a determinadas profundidades. De la misma forma, el par motor de desbloqueo, que insistían contratistas y fabricantes en que podía ser como máximo de 1.600 mT, se fijó en 2.000 mT. Los tiempos de excavación especificados fueron los correspondientes a unos avances de 3 cm/minuto en cerrado y hasta 8 cm/minuto en abierto, y los tiempos de colocación del anillo de dovelas en 21 minutos. Como anécdota diremos que uno de los contratistas adjudicatarios intentó incluso, una vez adjudicada la obra, ofrecer una tuneladora de frente abierto en lugar de una cerrada EPB, suponemos que por ser algo más barata. Afortunadamente, los Profesores Asesores Geotécnicos de la Dirección General pudieron frenar el documento en que se justificaba ese cambio, y suponemos que el Contratista estudió entonces con detalle lo que estaba ocurriendo en el Metro de Atenas con las tuneladoras de frente abierto.

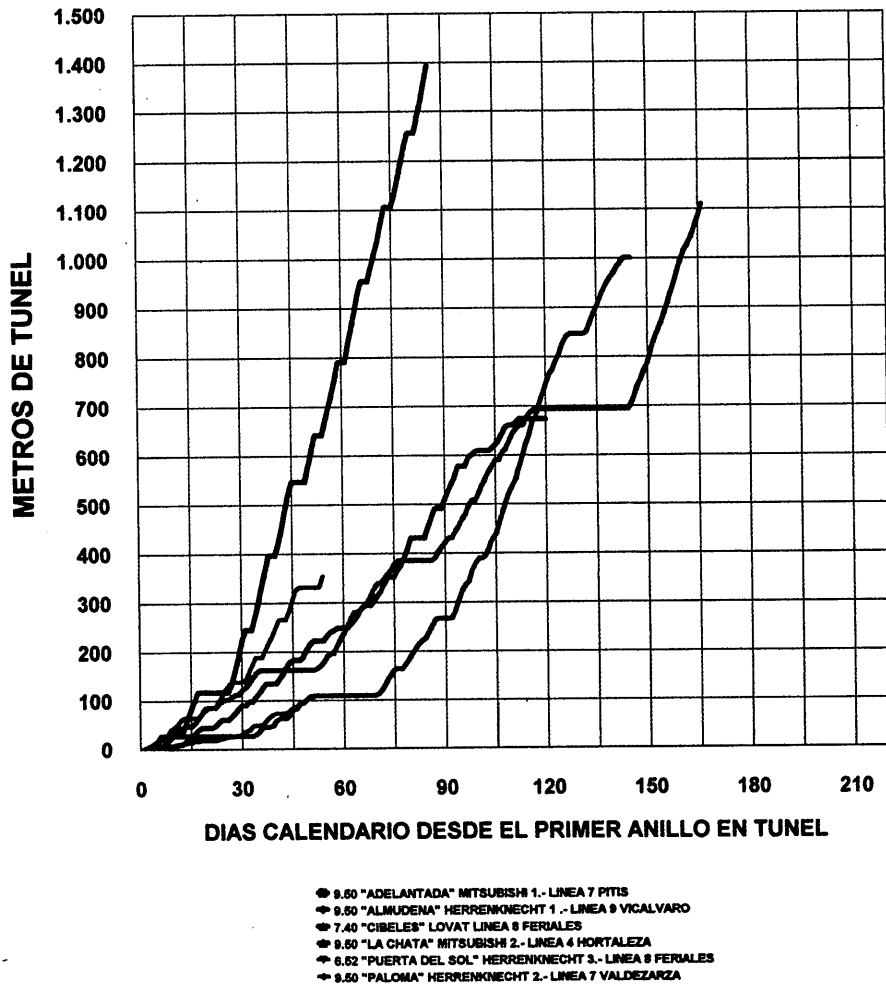
La tuneladora nº 1 ("La Adelantada") trabaja en el tramo La Paloma-Pitis. Como puede verse, su curva de aprendizaje ya parece haber sido superada. En la actualidad ha perforado 1.110 metros, con un avance medio a origen de 6.57 metros por día calendario y 11.1 metros por día de trabajo; está haciendo del orden de 15 anillos/día (el anillo es de 1.50 metros)

AVANCE DE LAS TUNELADORAS

17-oct-97

TOTAL METROS

4.627



- 9.50 "ADELANTADA" MITSUBISHI 1.- LINEA 7 PITIS
- 9.50 "ALMUDENA" HERRENKNECHT 1.- LINEA 9 VICALVARO
- 7.40 "CIBELES" LOVAT LINEA 8 FERNALES
- 9.50 "LA CHATA" MITSUBISHI 2.- LINEA 4 HORTALEZA
- 8.52 "PUERTA DEL SOL" HERRENKNECHT 3.- LINEA 8 FERNALES
- 9.50 "PALOMA" HERRENKNECHT 2.- LINEA 7 VALDEZARZA

Figura 1.

trabajando en cerrado (es decir, con tornillo), ha pasado ya la Estación de Lacoma y está a punto de salir (previsto para el 10 de Noviembre) de la estación de Ilustración. Ha hecho un máximo de 18 anillos/día trabajando en abierto, y va a hacer más sin duda. Esta tuneladora y su gemela de la Línea 4 han sido encargadas a la casa Mitsubishi, y fabricadas bajo licencia en Francia por la empresa NFM-Framatome.

La tuneladora gemela nº 2 ("La Chata") de la Línea 4 tramo Esperanza-Mar de Cristal, la nº 2 tiene construídos 1000.5 metros de túnel. Ha llegado a la Estación de Canillas que está atravesando en el momento de escribir estas líneas (fotografía nº 1) y está trabajando también al ritmo de 15 anillos/día. Su máximo ha sido de 18 anillos/día, con un avance medio a ori-



Fotografía 1.

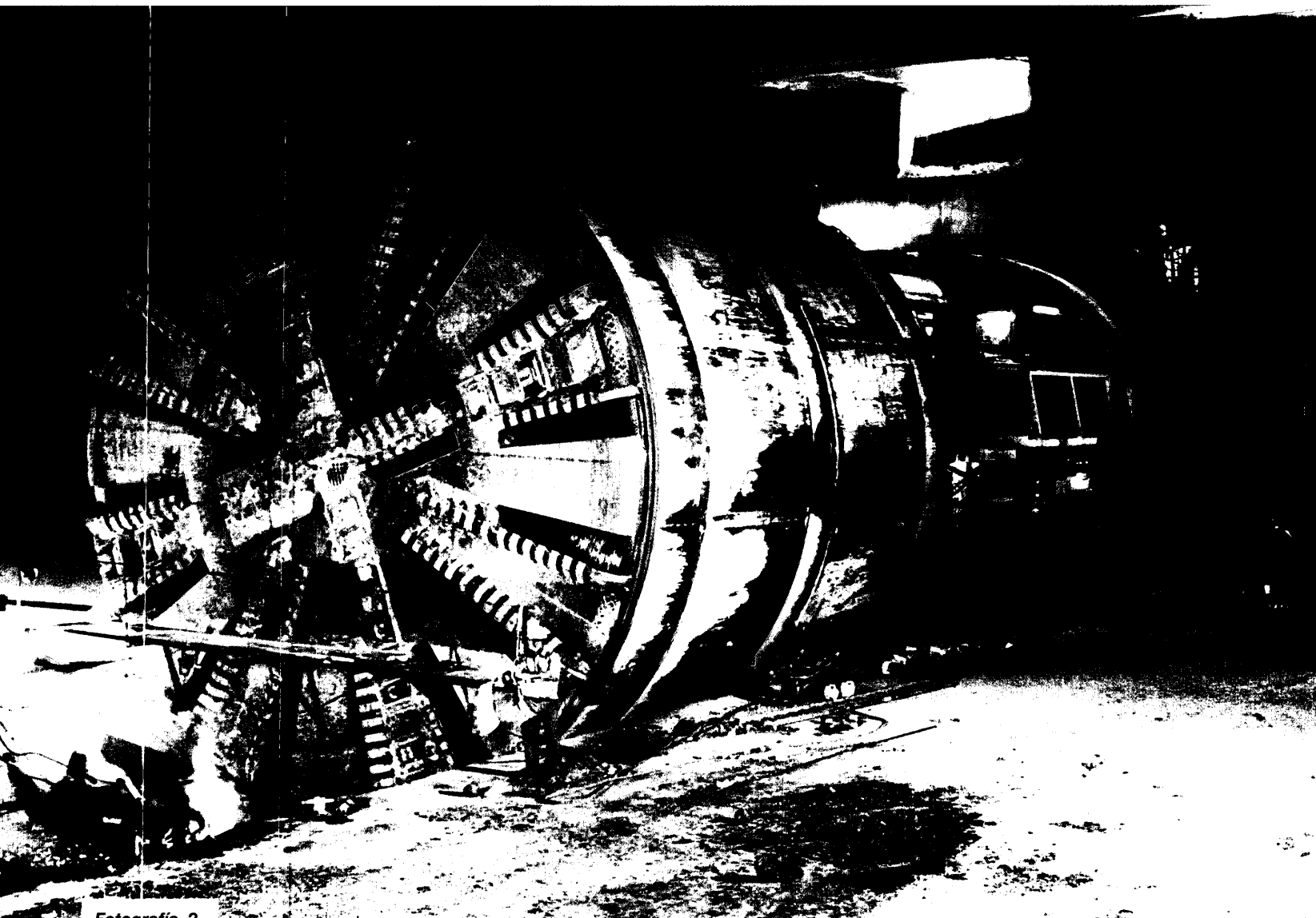
gen de 7.0 metros por día calendario y 11.5 metros por día de trabajo.

En la Línea 9 la tuneladora nº 3 ("Almudena") tiene construidos 673.5 metros de túnel. Ha llegado ya a la estación Puerta de Arganda (fotografía nº 2), Intercambiador con Cercanías de Renfe en Vicálvaro y ha cruzado exitosamente bajo el haz de vías de Cercanías y del FFCC del Tajuña, pese al escaso recubrimiento, menor de un diámetro, que fijaba el Proyecto para mejorar el intercambio. Su rendimiento medio a origen ha sido de 6.0 metros por día calendario y 8.90 metros por día de trabajo, y avanza al ritmo previsto de 15 anillos por día. Esta tuneladora y su gemela de la Línea 7 Valdezarza – Dr. Marañón han sido encargadas a la casa Herrenknecht, y fabricadas en sus talleres en Schwanau, Alemania.

Su gemela de la Línea 7 tramo Valdezarza – Dr. Marañón, ("Paloma") está en plena parábola de aprendizaje. La gran pro-

fundidad a que ha tenido que ser montada (casi 30 metros) hace que la extracción de los residuos de excavación sea la más compleja de toda la Ampliación de Metro. En estos momentos tiene construidos 103.5 m de túnel y todavía está avanzando a 6 anillos/día, hasta que todo el backup entre en el túnel y pueda desescombrarse con los trenes.

El tramo de la nueva Línea 8 Campo de las Naciones – Mar de Cristal se adjudicó con doble túnel. El túnel sur está siendo construido por una tuneladora Herrenknecht de 6.52 metros de diámetro. Esta tuneladora, que terminó con gran éxito el tramo Alameda–Avinguda del Metro de Valencia, tiene construidos 502 metros y está avanzando a 14 anillos día. El túnel norte está siendo construido por la tuneladora Lovat de 7.40 metros de diámetro. Esta tuneladora es la que construyó también con gran éxito el tramo Lago–Príncipe Pío en 1996 y que había construido anteriormente un tramo del Pasillo Ver-



Fotografía 2.

de para la Línea 7 de Cercanías de Renfe. Sobre el funcionamiento de esta Lovat no hay que decir mucho, basta ver el gráfico de avance. No ha tenido parábola de aprendizaje, y prácticamente desde la primera semana se puso a su velocidad de cruce de 29 anillos/día. El avance medio es de 16.3 metros/día calendario y 26.3 metros por día de trabajo. Ver trabajar a esta máquina y su experimentado equipo es un verdadero placer que recomendamos encarecidamente al lector interesado. En pocas ocasiones podrá verse construir un túnel a plena sección viendo físicamente avanzar los gatos de la máquina a más de 10 cm/minuto. Cuando se han pasado varios meses intentando cruzar una zona problemática con el método clásico, avanzando a 5 metros por semana con un enorme esfuerzo días y noches por parte de todo el equipo, ver avanzar el túnel a 40 metros/día, con la gente protegida por una robustísima coraza de acero, despreocupados del

agua o de las bolsas de arena y despreocupados también de los asientos y subsidencias, no puede expresarse con palabras. El autor no entiende cómo es posible que aún haya quien defienda y recomiende a los diversos Ministerios y otros Organismos el Nuevo Método Austriaco u otros similares. Mejor dicho, no entiende cómo se les puede hacer caso y dejarles utilizar esos peligrosos métodos con el dinero de los contribuyentes.

TÚNELES POR EL MÉTODO CLÁSICO

En la Unión Líneas 8-10 están calados los túneles entre Nuevos Ministerios y Gregorio Marañón y el Gregorio Marañón-Alonso Martínez. En este último tramo han aparecido graves problemas de agua y arrastres de arena en el frente, que sólo han podido dominarse por estar utilizando el Método

Clásico con pequeñas secciones. Un problema similar costó 3 vidas el 17 de Marzo de 1971 en el tramo Avda. América-Pueblo Nuevo de la Línea 7, y el lector debe saber que, en opinión del autor, si hubiésemos estado construyendo este túnel de la unión 8-10 con métodos de gran sección como el Método Austríaco, no se hubiese podido dominar el problema, la pérdida de vidas hubiese sido grande y se hubiese perdido además probablemente el Edificio del Colegio de Caminos, entre otros.

En la Unión de Líneas 7- 8 se construyó el túnel avanzando en 5 frentes desde 2 pozos por el método clásico entre el telescopio de Velázquez y la Estación de Gregorio Marañón. El túnel está calado y terminado.

En la Línea 1 se está trabajando en el túnel por método clásico. La peñuela es más dura y problemática que el toso, sobre todo por su tendencia a disgregarse a los pocos minutos de estar al aire, pero los trabajos avanzan con normalidad y al ritmo previsto.

TÚNELES A CIELO ABIERTO

La Línea 11 a Carabanchel, tramo Plaza Elíptica-Pan Benedito, que salvo un corto tramo por el Método clásico, tiene los túneles a cielo abierto con pantallas, avanza también al ritmo previsto sin complicaciones. A mediados de Octubre tiene construido ya más del 75% del total de pantallas.

ESTACIONES

Se está trabajando en las 33 estaciones, muchas de las cuales tiene todo el recinto de pantallas terminado y están ya excavadas en su totalidad. La única estación subterránea, Guzmán el Bueno en Línea 7, se está construyendo por el método alemán, tiene los hastiales terminados en las dos fases y de las 114 semicostillas tiene ya hormigonadas 35. Esperamos terminarla para fin de año.

ASIENTOS Y SUBSIDENCIAS

Como se ve en detalle en otros artículos, las zonas de Madrid en que estamos trabajando están cubiertas de sensores, clavos y elementos de medida y auscultación. Se han dispuesto más de 6.000 puntos de control de todo tipo. El proceso de todos estos datos, junto con los datos de las 6 tuneladoras, que envían 64 variables cada minuto al centro de control, más los datos de edificios instrumentados, de anillos instrumentados y de características del terreno, ha sido centralizado por la Dirección General en una oficina específica, donde se almacenan y procesan en una base de datos. Se ha elegido una sencilla y comercial, manejada por un programa específico, Todos los datos y medidas se pondrán en su momento a disposición de los técnicos interesados.

RESUMEN DE LA AMPLIACIÓN

Los volúmenes más importantes de la ampliación y su ejecución al 30 de Septiembre de 1997 se resumen en la tabla adjunta. Algunos de estos trabajos comenzaron a principios de 1996 y el resto a finales del mismo año

DATOS TECNICOS	TOTALES	EJECUTADO	%
TOTAL HORMIGÓN M ³	1.220.415	765.686	62,7%
TOTAL EXCAVACIÓN M ³	4.416.610	2.686.454	60,8%
TOTAL PANTALLAS M ²	486.967	366.060	75,2%
TÚNEL CON ESCUDO ML	19.709	6.117	31,0%
TOTAL ACERO Kg	71.687.192	55.148.161	76,9%

En estos momentos se está trabajando a razón de 7.000 millones de pesetas al mes, y a un avance global de 3.500 metros de túnel al mes una vez que las tuneladoras van alcanzando cada una su ritmo normal de trabajo. ●