



# La accesibilidad

*Mejora en la rentabilidad,  
la movilidad y las condiciones ambientales*

*El actual Plan de Ampliación de Metro contempla como criterio básico de diseño el situar las nuevas estaciones lo más cerca posible del nivel de calle. La media de profundidad de las mismas se ha situado en torno a los 16 m., 10 m. menos que las construidas entre 1978 y 1986. Esto supone un ahorro de tiempo de más de un millón de horas al año, lo que traducido a ptas. representa alrededor de 20.000 millones*

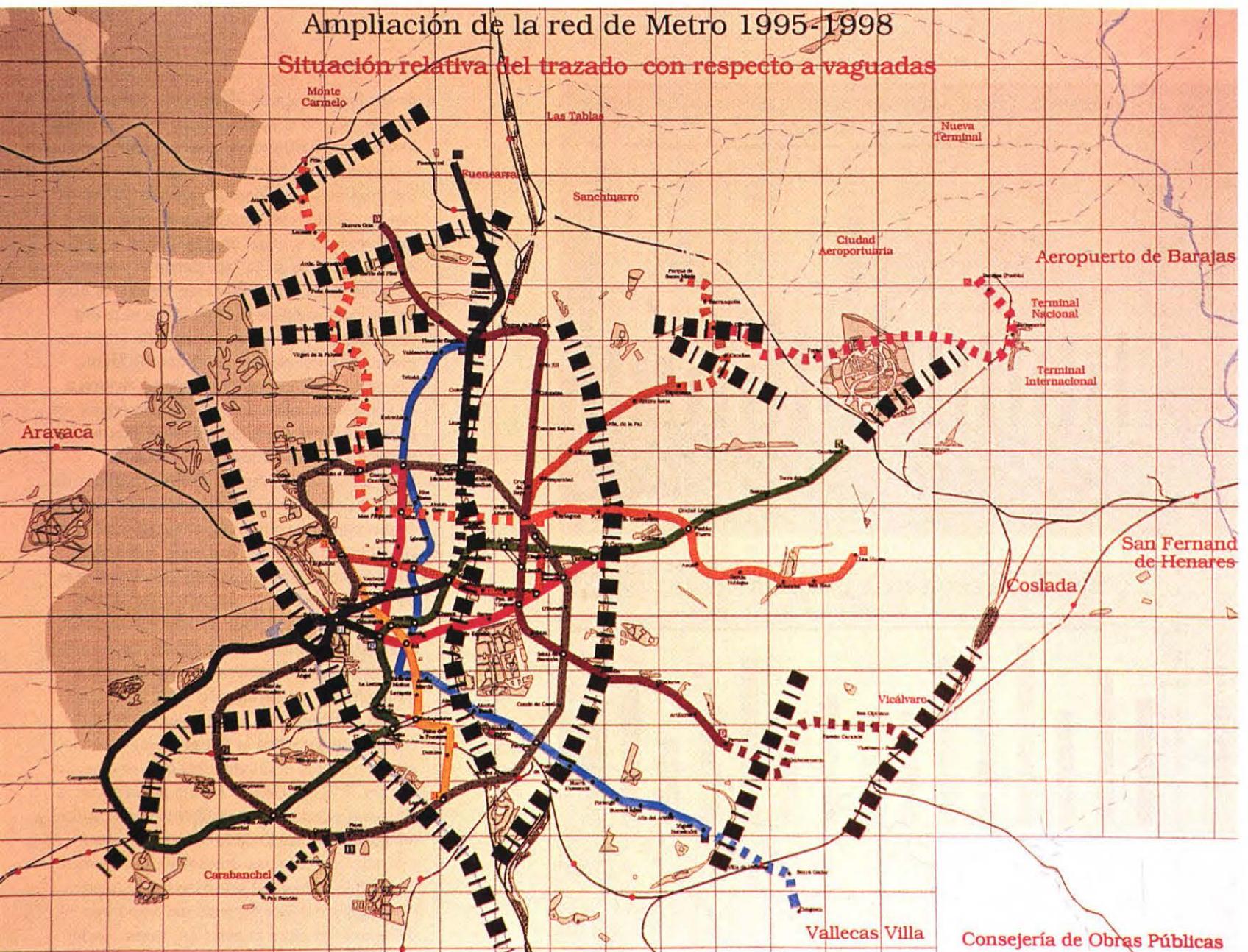
**Idelfonso de Matías**

El incremento de la cuota de participación de Metro de Madrid dentro del sistema de transporte de la ciudad, pasa por una mejora en la calidad del servicio que se ofrece al usuario. Uno de los factores que influyen en la elección de este medio de transporte es la accesibilidad y funcionalidad de las estaciones. Esta razón ha llevado a considerar como criterio de diseño básico para las estaciones del actual Plan de Ampliación el situarlas lo más cercanas posibles al nivel de calle.

La accesibilidad a la red, condiciona de forma radical la funcionalidad de las nuevas estaciones, instalaciones donde, conjuntamente con el servicio de trenes, el viajero percibe en mayor medida la calidad del transporte en Metro. Aunque las trazas de las líneas en construcción

recorren en muchos casos zonas de la ciudad con unas diferencias de cotas importantes a nivel de superficie, se ha intentado primar al máximo la accesibilidad del viajero hasta los trenes, situando los niveles de andenes y por tanto las estaciones lo más someras posibles. Esto, en la mayoría de los casos, implica aumentar las dificultades técnicas en su construcción y, lo que es más importante, un cambio de filosofía en el diseño funcional de las estaciones. La totalidad de las estaciones subterráneas de Metro construidas hasta 1993, con la excepción de las estaciones de Atocha-RENFE en línea 1 y de Lucero en línea 6, son de sección abovedada. La comunicación con los niveles superiores (vestíbulos y calle) se realiza mediante galerías inclinadas. A partir de 1993

En la fotografía, una imagen de Príncipe Pío, intercambiador cuyas nuevas estaciones se han construido también según el criterio de mayor accesibilidad.



se opta por la solución de estación construida entre pantallas, lo que abre nuevas posibilidades tanto en la mejora de los movimientos de viajeros dentro de la estación, como en el aprovechamiento de los espacios libres destinados a instalaciones y cuartos técnicos necesarios para la explotación, locales comerciales y, en algunos casos a aparcamiento de vehículos. La concepción clásica de la estación cambia de forma sustancial.

De un total de 31 estaciones de Metro que se construyen actualmente sólo una, la de Guzmán el Bueno en la ampliación de la línea 7, se construye en caverna. La construcción de las nuevas estaciones con configuración de caja ha supuesto un esfuerzo importante en la fase de proyecto en la búsqueda de un emplazamiento

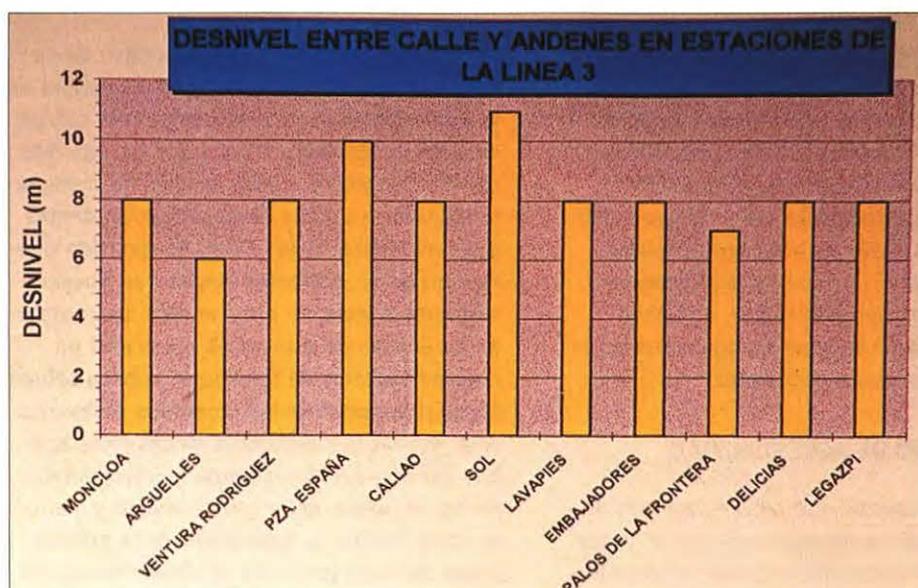
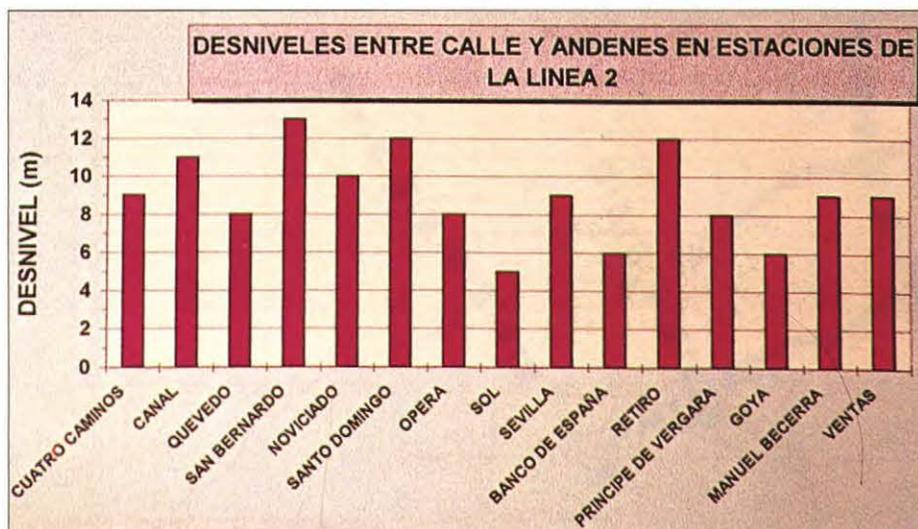
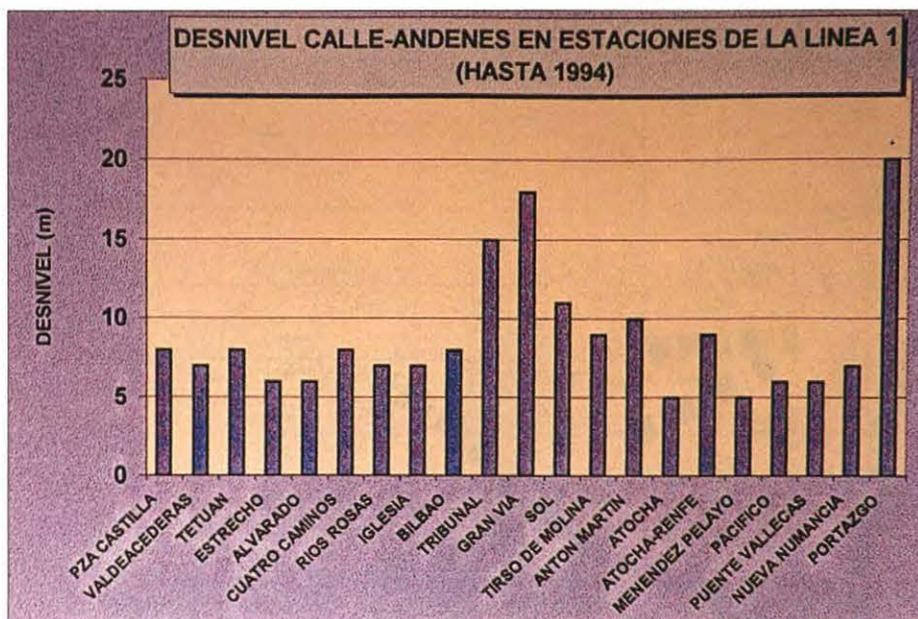
adecuado, donde se debían cumplir dos condiciones. De una parte, la existencia del espacio libre necesario en superficie; de otra la optimización de la demanda de viajeros de acuerdo con los puntos definidos por el Consorcio Regional de Transportes. Es evidente que el proceso constructivo de las estaciones mediante pantallas requiere un esfuerzo importante en desvíos de servicios y de tráfico. A cambio introduce variaciones geométricas favorables en cuanto a espacios y accesibilidad.

#### EL CONCEPTO DE ACCESIBILIDAD

El grado de accesibilidad a las estaciones de Metro se relaciona directamente con la mayor o menor comodidad que presenta el recorrido

de los usuarios desde el punto origen de su viaje hasta alcanzar los andenes. La mejora de la accesibilidad supone incrementar la calidad del servicio de Metro y por tanto hacerlo más competitivo frente a otros medios de transporte elevando su cuota de participación dentro de la movilidad de la ciudad. El recorrido puede constar de diferentes etapas que pueden realizarse a pie o en otros modos de transporte. En el caso de estaciones integradas en intercambiadores de transporte público cobran especial importancia los recorridos necesarios para realizar el intercambio modal entre autobús y/o tren y Metro. Cuando el intercambio modal se realiza entre coche privado y Metro, se debe facilitar la finalización de la primera etapa del viaje mediante un diseño adecuado

Está demostrado que las estaciones muy profundas disuaden al viajero de su utilización.



de los aparcamientos disuasorios, tanto en lo que respecta a la comunicación de los mismos desde vías rápidas como a su posición relativa a la estación de Metro.

Del total de 1,360,000 usuarios que utilizan el metro a diario, casi 1,000,000, el 70,2% del total, realizan su viaje en tres etapas. La primera y la última a pie, una desde el origen del viaje hasta los andenes de Metro y la otra desde la estación de destino hasta el punto de finalización del viaje. La segunda etapa es, evidentemente, el viaje en el tren de Metro. Las etapas que se realizan a pie se dividen a su vez en dos fases. Una de ellas se realiza en superficie entre el acceso de las estaciones de metro y el origen o destino del viaje. La segunda se realiza dentro de las estaciones de metro desde los accesos hasta los andenes. Tradicionalmente se ha dado mucha importancia a la primera de las dos fases, acortando en lo posible dichos recorridos, de forma que ha sido determinante para situar las estaciones, sus vestíbulos y los accesos. La posición y la distancia relativa entre estaciones se define con el fin de maximizar la población situada dentro de los círculos de radio 300 m y 600 m con centro en las estaciones, ya que con ello se garantiza la llegada a pie hasta la estación en 4 y 8 minutos respectivamente. La entrada a la estación se facilita además con la situación adecuada de vestíbulos, duplicándolos cuando la demanda lo requiere, y con la ubicación de distintos accesos en la superficie que evitan partes del recorrido que pudieran verse afectados por barreras del viario que dilaten la llegada a la estación, como pueden ser los cruces de viales importantes.

**CERCA DE LA SUPERFICIE**

Dada la escasa profundidad de las estaciones de las líneas construidas hasta 1979, se concedió poca importancia al análisis y optimización de la segunda etapa entre el acceso y los andenes. Sin embargo la construcción de las estaciones en las nuevas líneas construidas a partir de dicho año hasta 1985, sobre todo las correspondientes a líneas de gálibo ancho, en las que primaron otros aspectos de la construcción, han puesto de manifiesto los aspectos negativos que sobre la explotación y la funcionalidad tienen las estaciones profundas, introduciendo un factor de disuasión que retraen a su utilización y por tanto a la demanda. Debe tenerse en cuenta que mien-

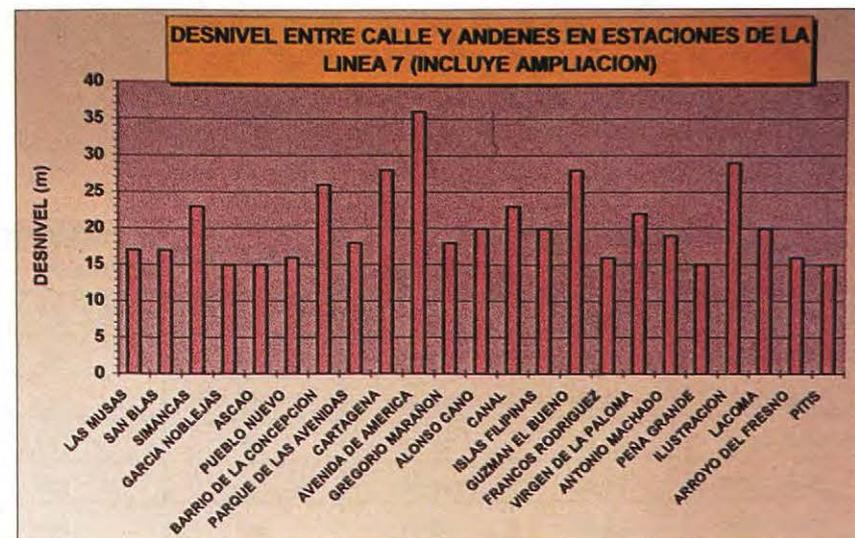
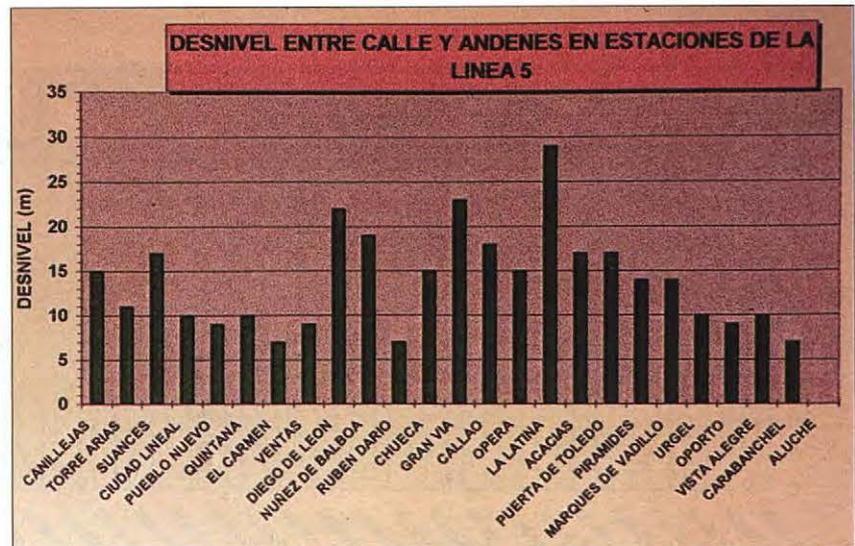
Gráficos con los desniveles entre calle y estaciones en las Líneas 1 (hasta 1994) ,2 y 3.

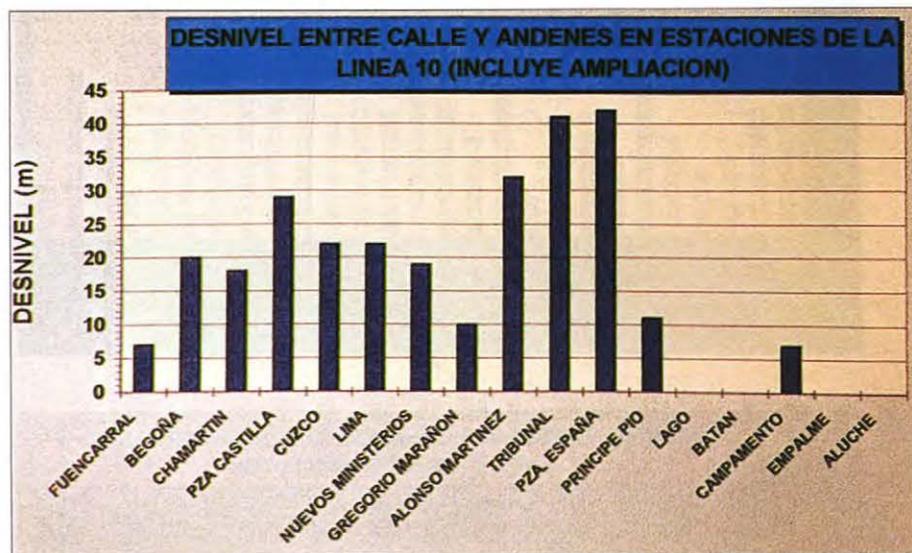
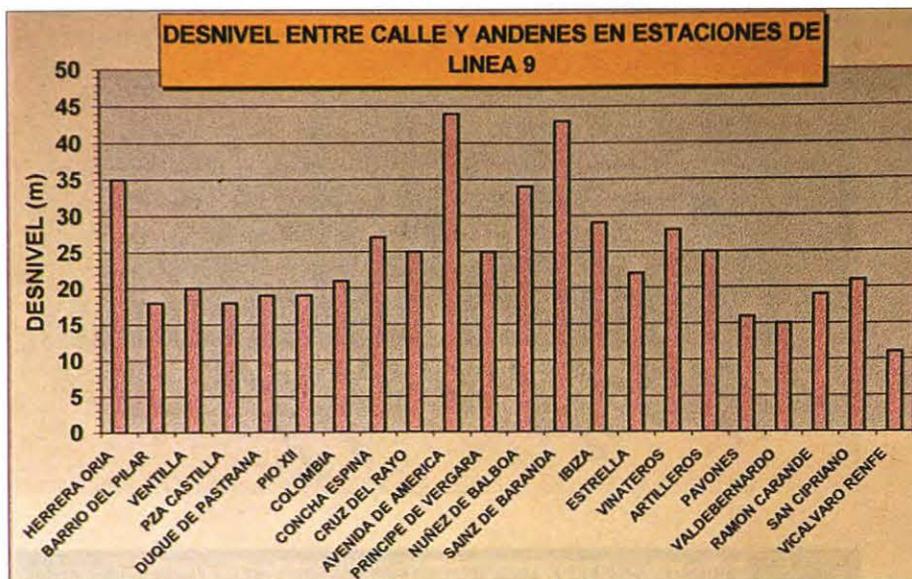
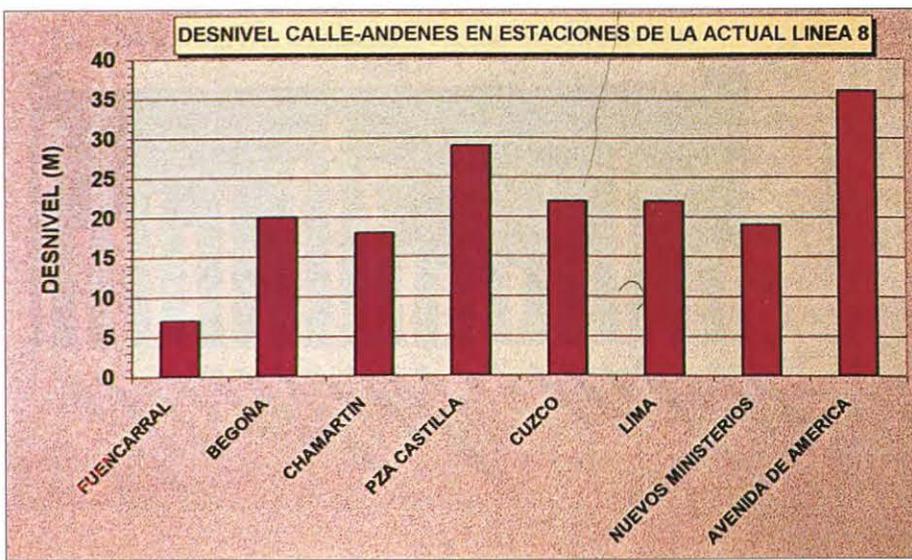
tras que los recorridos que se realizan hasta el acceso se llevan a cabo en superficie y con desplazamientos sensiblemente horizontales, los que se realizan entre el acceso y los andenes se llevan a cabo en el medio subterráneo, hostil en principio para los humanos, y con desplazamientos verticales, por lo que los metros de recorrido que se hacen en esta segunda fase tienen un efecto disuasorio superior a los que se efectúan en superficie. La Comunidad de Madrid, consciente de la importancia de mejorar la accesibilidad a las estaciones, y una vez que recayó bajo su responsabilidad la construcción de las nuevas infraestructuras para Metro, impuso dentro de los criterios de diseño de los trazados de los proyectos de nuevas líneas a partir de 1990 el que las estaciones se sitúen lo más cerca posible de la superficie. Este criterio conduce a ventajas e inconvenientes en la fase de construcción que se analizarán posteriormente. Por último, la aplicación en el desarrollo de los proyectos de la normativa contenida en la Ley sobre supresión de barreras arquitectónicas de la Comunidad de Madrid que entró en vigor en el año 1993 ha supuesto un paso más en la mejora de la accesibilidad a las estaciones de las nuevas líneas, mediante la instalación de ascensores que aseguran la accesibilidad total entre calle vestíbulos y andenes.

La profundidad de las trazas de las distintas líneas del metro y por tanto de sus estaciones, viene condicionada, en primer lugar, por la topografía de las zonas que atraviesa, y además, por los condicionantes geotécnicos que a su vez determinan los procedimientos de construcción, y por las interferencias a salvar en el subsuelo tanto con cimentaciones de edificios como con otras infraestructuras subterráneas existentes.

Con respecto a los condicionantes topográficos se debe hacer notar que Madrid presenta a nivel general tres grandes vaguadas naturales en su zona central que la recorren en dirección norte-sur. Estas vaguadas coinciden sensiblemente con el cauce del río Manzanares, el eje del paseo de la Castellana, Recoletos y Paseo del Prado, y finalmente el recorrido este de la actual M-30, que se superpone en parte con el antiguo Arroyo del Abroñigal. Estas tres vaguadas tienden a converger en la zona Sur de Madrid. Con independencia de ellas, otras vaguadas secundarias y más locales aumentan las dificultades de diseño de los trazados, como por ejemplo las que en

Desniveles entre la calle y los andenes en las líneas 4, 5, 6 y 10 ( esta última incluye la ampliación).





PERIODO	MEDIA DEL PERIODO	MEDIA ACUMULADA	ESTACIONES	ESTACIONES TOTALES
1919-1955	8,45	8,45	51	51
1955-1966	9,46	8,68	15	66
1966-1978	17,72	11,44	29	95
1978-1986	22,26	15,50	57	152
1986-1993	31,00	15,80	3	155
1993-1998	16,36	15,91	41	196

sentido este-oeste recorren la zona noroeste de la ciudad por la que pasará la ampliación de la Línea 7.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Las trazas de las líneas construidas hasta 1961, es decir los primeros tramos de las Líneas 1, 2, 3, 4, ramal Opera-Norte y Suburbano no presentaron excesivas dificultades desde el punto de vista topográfico salvo las dos últimas. En el caso del Ramal Opera-Norte se mantuvieron las dos estaciones someras a costa de penalizar la pendiente de la traza, que es la más alta de toda la red de Metro, superando el 5% para salvar el fuerte desnivel entre el casco antiguo de Madrid y el Río Manzanares. Este último fue también determinante en la profundidad excepcional a la que hubo de proyectarse la estación del suburbano en Plaza de España, con el fin de poder garantizar el paso por debajo del río. Otro caso excepcional por su singularidad lo presentaba la estación de Gran Vía, antigua José Antonio, dotada de ascensores para salvar los 18 m de desnivel entre la calle y andenes.

A partir de 1961, las trazas de las ampliaciones de las líneas existentes y sobre todo de la Línea 5, empezaron a tener unos condicionantes más fuertes tanto por las zonas en que se desarrollaban como porque ya en parte el espacio en el subsuelo cerca de la superficie había sido ocupado. Comenzaron a montarse las primeras escaleras mecánicas para mejorar la accesibilidad en las estaciones menos someras. Hasta principios de los 70 sólo había montadas escaleras mecánicas en 3 estaciones de la Línea 1 (Tribunal, Gran Vía y Portazgo) y 8 en la Línea 5 (Diego de León, Nuñez de Balboa, Alonso Martínez, Gran Vía, Chueca, Callao, Latina y Pirámides). En el antiguo suburbano tenían por aquel entonces escaleras mecánicas las estaciones de Plaza de España y Aluche. El comienzo de la construcción de las líneas de gálibo ancho a partir de finales de los años 70, supuso otro salto cualitativo y cuantitativo importante en cuanto a la profundidad de las trazas se refiere, ya que los proyectos constructivos intentaron soslayar los problemas geotécnicos, constructivos, y de interferencias en el subsuelo a costa de ganar profundidad. La construcción de la estación de Cuatro Caminos en la Línea 6 supuso un récord aún no superado, con casi 50 metros de desnivel desde la calle. La construcción de las Líneas 8 y 9,

Tres gráficos de los desniveles entre las Líneas 8, 9, y 10 (incluye ampliación).

## ACCESIBILIDAD

Los grandes desniveles entre la calle y los andenes son la causa de que el Metro de Madrid tenga el mayor número de escaleras mecánicas del mundo.

aplicando los mismos criterios de diseño, tampoco le anduvieron a la zaga. Esta última presenta la profundidad media de estaciones más alta de toda la red.

Todo lo anterior ha traído como consecuencia a su vez que el Metro de Madrid tenga el mayor número de escaleras mecánicas de todos los metros del mundo, arrastrando de por vida costes de mantenimiento y de consumo de energía importantes.

## CONCLUSIONES

En los gráficos de estas páginas se recogen los desniveles existentes entre la calle y los andenes para cada una de las líneas, tanto actualmente en servicio como después de terminada la ampliación. Asimismo se presentan los desniveles medios por cada línea y se establece una comparación entre los desniveles medios de las estaciones en líneas de gálibo ancho construidas hasta 1994 con los correspondientes a las estaciones diseñadas para la ampliación actual. A la vista de dichos gráficos se concluye que:

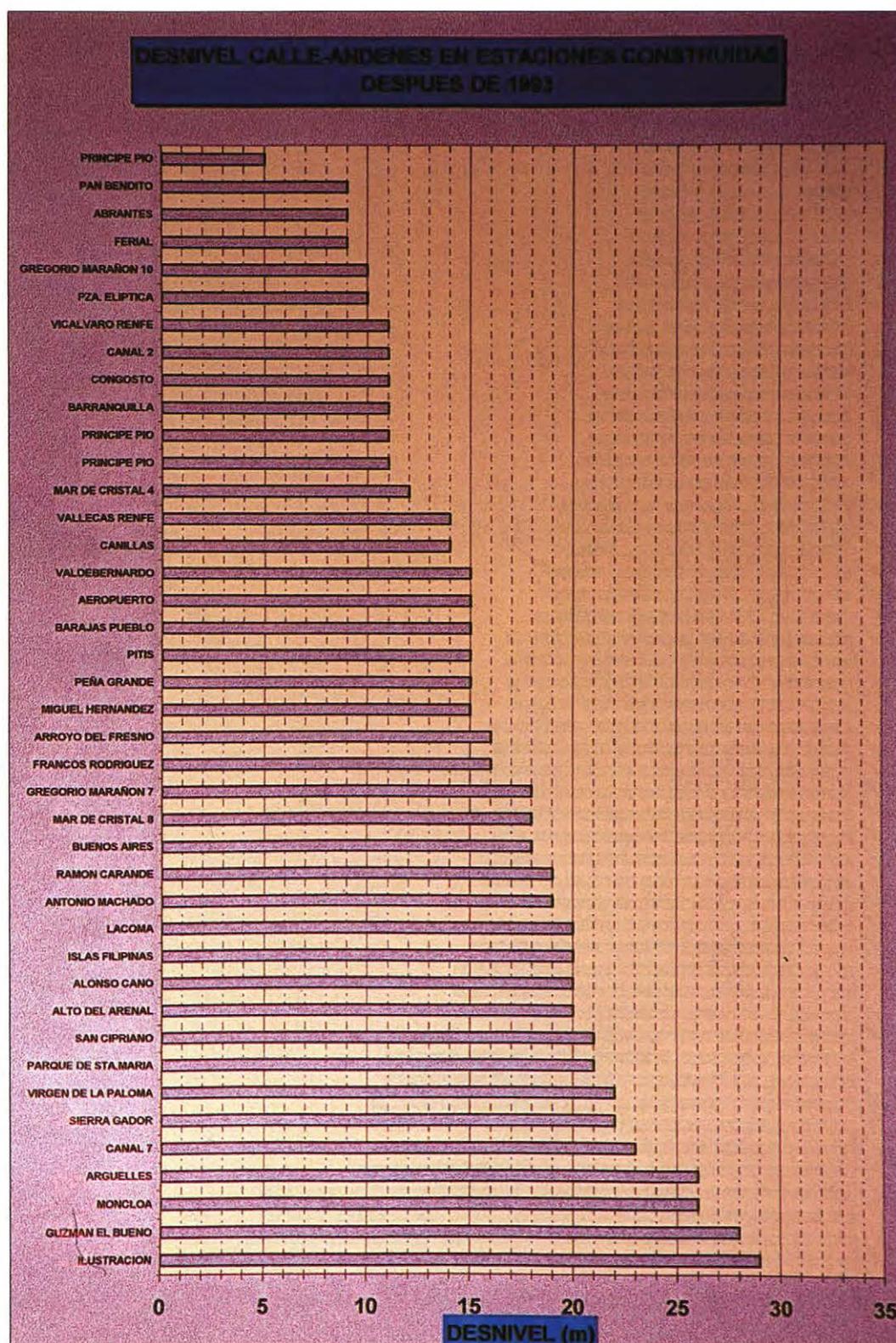
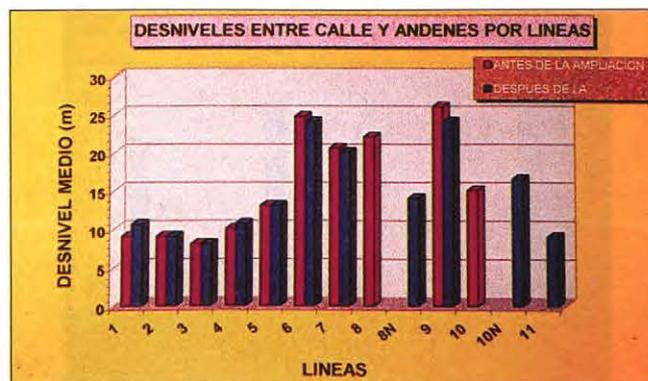
a) Las estaciones de las líneas antiguas de gálibo estrecho construidas hasta 1966 presentan desniveles entre calle y andén cuya media no sobrepasa los 10 m. Las estaciones construidas posteriormente hasta 1978 tienen una profundidad media de más de 17 m.

b) Las ampliaciones de la red entre 1980 y 1986 en las nuevas líneas de gálibo ancho se realizaron con un desnivel medio de 26 m.

c) A partir de los criterios de diseño fijados por la Comunidad de Madrid para el diseño de nuevas estaciones, la media del conjunto de todas ellas se ha situado de nuevo alrededor de los 16 m. Esta media es incluso inferior a la de las estaciones construidas en el período 1966-1978.

d) Al comparar los grados de accesibilidad de las estaciones incluidas en a) con las incluidas en c) debe tenerse en cuenta que del conjunto de las primeras solamente el 20% cuentan con escaleras mecánicas, mientras del segundo grupo de estaciones, todas cuentan con escaleras mecánicas desde vestíbulo hasta andenes y, además, con ascensores desde calle.

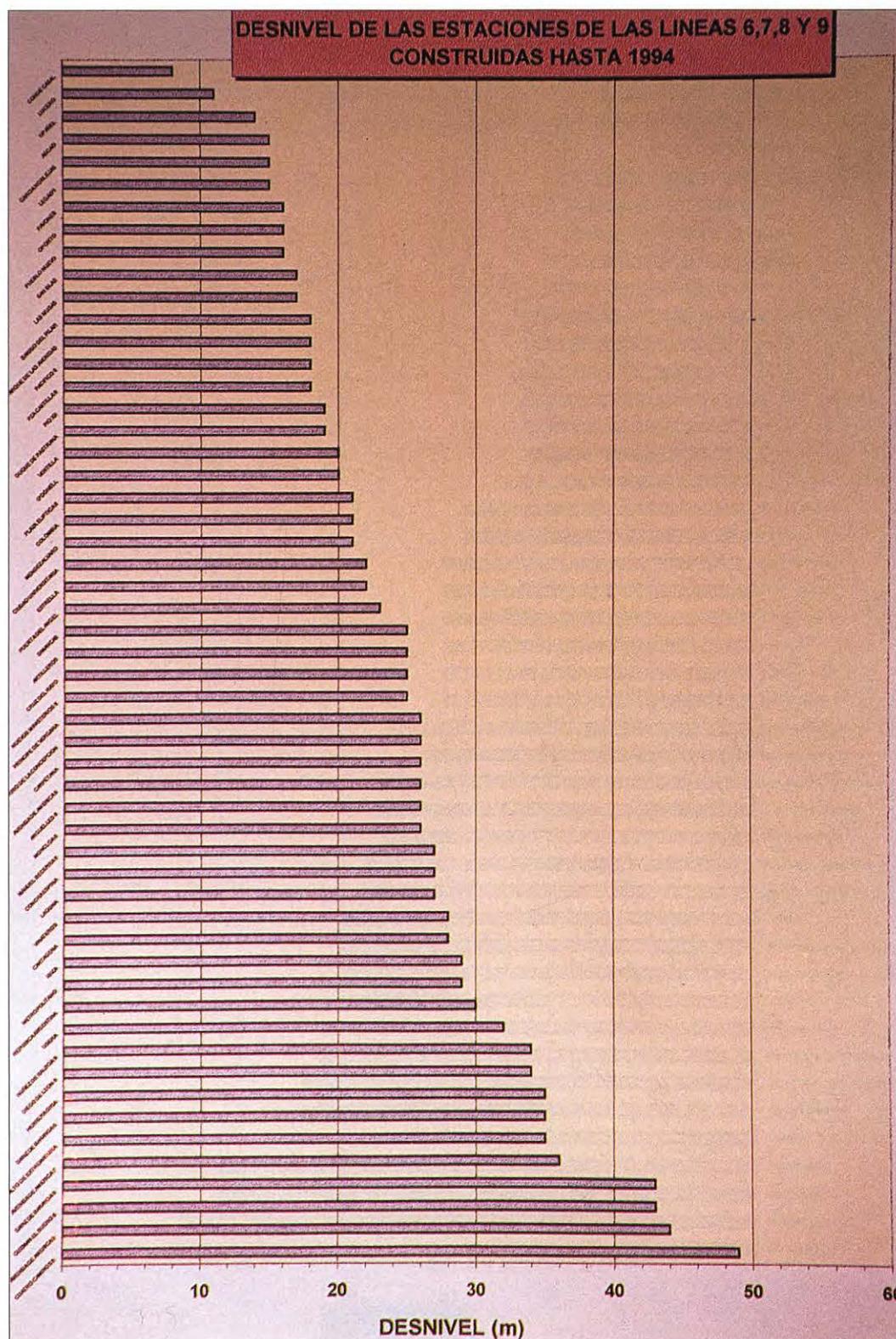
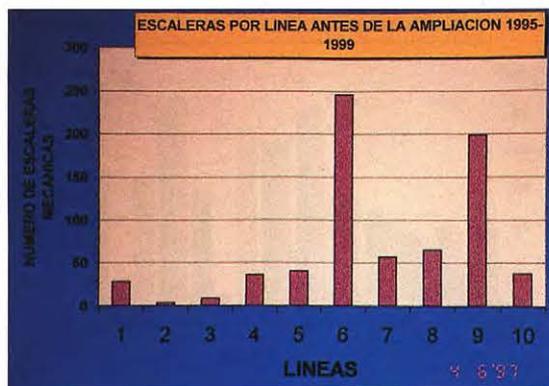
e) Un primer análisis entre la diferencia de desnivel medio entre las estaciones existentes de líneas de gálibo ancho y las 30 nuevas estaciones de Metro (10 metros menos de profundidad a favor de las que están en construcción) lleva a las siguientes conclusiones:



Arriba, desniveles por líneas, antes y después de la ampliación. Abajo, por estaciones a partir de 1993.

## ACCESIBILIDAD

La menor profundidad de las nuevas estaciones hará más atractivo al metro frente a otros medios de superficie.



□ El número de viajeros subidos/bajados al año en las estaciones nuevas de la ampliación se estima por el Consorcio Regional de Transportes en 111,310,903. Por tanto desde el punto de vista de los ahorros de tiempo, teniendo en cuenta que la velocidad de avance de una escalera mecánica es de 0,6 m/seg., aquel se puede estimar en más de 1 millón de horas/año. Traducido a pesetas corrientes el ahorro es de unos 650 millones de ptas./año lo que supone alrededor de 20.000 millones de ptas. en los primeros 30 años de vida útil de las estaciones.

□ En cuanto a la inversión inicial, por cada estación se evitan hacer una galería inclinada de 20 m, e instalar dos escaleras mecánicas con un coste aproximado total de 100 Mptas., lo que hace un total de 3.000 millones de ptas. para toda la Ampliación.

□ Por lo que respecta al mantenimiento, solamente en lo referente a escaleras mecánicas, el ahorro anual se evalúa en 60 Mptas/año.

¶ Mientras que con anterioridad a 1993 ninguna estación era totalmente accesible para personas con movilidad reducida, en 1998 el 20% de toda la red contará con esta posibilidad.

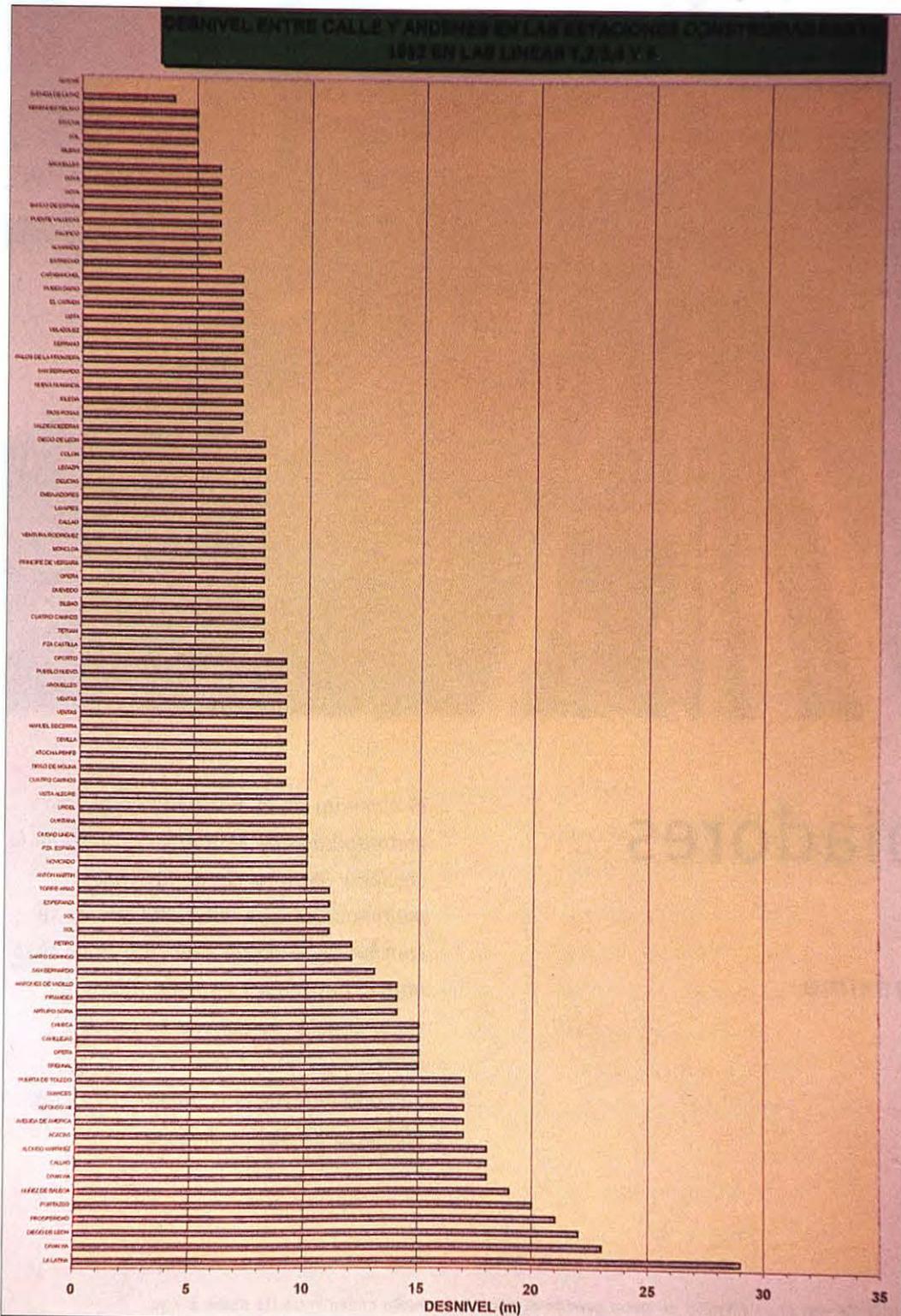
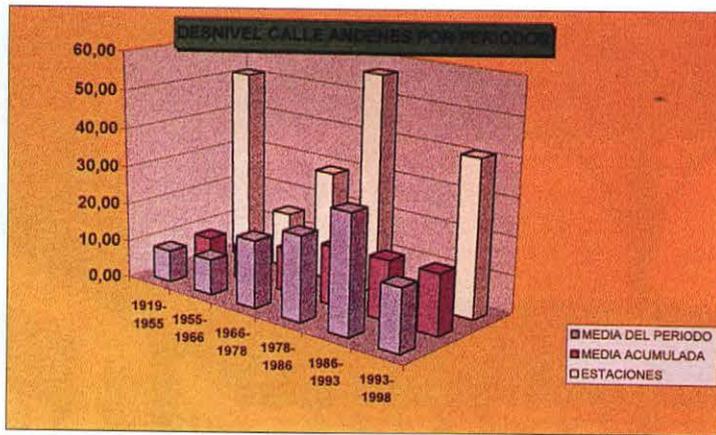
Se puede concluir que la aplicación práctica de los criterios de diseño en cuanto a la situación de las estaciones sobre los perfiles longitudinales de las trazas definidas en los proyectos del Plan de Ampliación 1995-1999, traerá como consecuencia un salto positivo importante en cuanto a la accesibilidad a la red se refiere.

La realización del Plan de Ampliación del Metro de Madrid va a suponer un fuerte incremento de la Red del suburbano. Es importante que los diseños de estos nuevos Kilómetros y estaciones eliminen cualquier aspecto disuasorio para su utilización, dando un paso más en la mejora de la calidad del servicio de Metro con el fin de hacerlo atractivo frente a otros medios de transporte de superficie. Con ello no solo se logrará mejorar la rentabilidad de la explotación al aumentar las demandas, sino que se contribuirá de forma notable en la mejora de la movilidad y las condiciones ambientales de Madrid.

*Idelfonso de Matías*

*Ingeniero Aeronáutico. Jefe Servicio Coordinación de la Ampliación de Metro*

Arriba, escaleras antes de la ampliación. A la izquierda, desniveles de estaciones construidas hasta 1989.



### ACCESS TO MADRID'S METRO

The increase in the Madrid Metro's share of the city's mass transportation traffic is the result of an improvement in the quality of service offered for users. One of the factors in choosing the Metro over other forms of transportation is the accessibility and functionality of the stations. This is what has led to deciding to build the new stations in the Metro enlargement plan as close as possible to ground level.

The degree of accessibility of Metro stations is directly related to how convenient it is for passengers to reach the platforms from the starting point of their commutes. The following conclusions can be reached from the Madrid Metro Accessibility Study:

a) Stations along the old narrow gage line built up to 1966 are no more than 10 meters underground. Stations built after 1978 are an average of 17 meters underground.

b) The extensions of the system built between 1980 and 1986 on the new wide gage lines are an average of 26 meters underground.

c) The average new station designed with the Madrid Region criteria is 16 meters underground, even closer to the surface than the average for stations built between 1966 and 1978.

d) A preliminary comparison between the average level underground along the wide gage lines and that of the 30 new Metro stations (10 meters closer to ground level) leads us to the following conclusions:

- The number of passengers going up and down per year in the new stations included in the expansion plan is estimated by the Regional Transportation Consortium at 111,310,903. Therefore, from the point of view of savings in time, taking into account that escalators move at an average of 0.6 meters per second, it can be estimated that more than one million hours per year are saved. When translated into current pesetas, the savings of 650 million pesetas per year will lead to a total of 20,000 million pesetas saved over the first 30 years of the new stations' useful lifespan.

En el gráfico superior, media del desnivel por periodos. Abajo, desniveles de estaciones de las líneas 2, 3 y 5 tras 1992.