

# Pasado, presente y futuro de las estaciones de Metro de Madrid

## Un viaje por la Línea 1

Ildefonso de Matías Jiménez  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
*Director de Proyectos y Obras. Metro de Madrid*

### RESUMEN

En el presente artículo se hace una revisión histórica de los distintos diseños que se han aplicado a las estaciones del Metro de Madrid desde sus primeras líneas al principio de siglo hasta la actualidad, haciendo mención a lo que serán previsiblemente las estaciones del futuro próximo, en los inicios del próximo siglo. Si alguna de las líneas actuales puede servir de pauta para hacer un seguimiento de la evolución de las estaciones de Metro a lo largo del tiempo esa sin duda la línea 1, pues no solo fue la primera en construirse sino que las distintas modificaciones y ampliaciones de la misma que se han hecho a lo largo del siglo en distintos momentos hasta 1999, permiten observar, haciendo un viaje en su recorrido actual, como ha sido la evolución de los criterios de diseño.

### ABSTRACT

The present article provides a historical summary of the different designs employed in Madrid Underground Stations ever since the first lines were laid at the beginning of the century right up to the present day, and with an indication of the type of stations we can expect to see in the future. If any of the current lines can be considered to reveal the evolution of the Madrid underground stations throughout these years, this must undoubtedly be the "línea 1", as in addition to being the first line built, it has undergone all manner of modifications and extensions over the century, and a trip down this line reveals the evolution in the way stations are designed.

### 1. LOS COMIENZOS. (1919-1960)

El primer tramo de la red del Metro de Madrid que entró en servicio lo hizo en 1919, y fue entre las estaciones de Cuatro Caminos y Sol. La línea contaba con 3,5 kilómetros y ocho estaciones; además de las dos mencionadas anteriormente se construyeron las de Ríos Rosas, Iglesias, Chamberí, Bilbao, Tribunal, y Gran Vía.

Los diseños que se aplicaron a la construcción de estaciones subterráneas en los inicios del siglo en Metro de Madrid estuvieron muy influenciados por los de sus hermanos mayores europeos que ya funcionaban en aquel momento como eran los de Londres, Berlín y fundamentalmente París. Si bien

la influencia en el área puramente ferroviaria fue claramente inglesa, en los diseños de estaciones se siguieron criterios franceses. Viendo los planos de definición geométrica y de construcción de las primeras estaciones del Metro de París y de Madrid es difícil discernir cual pertenece a cual.

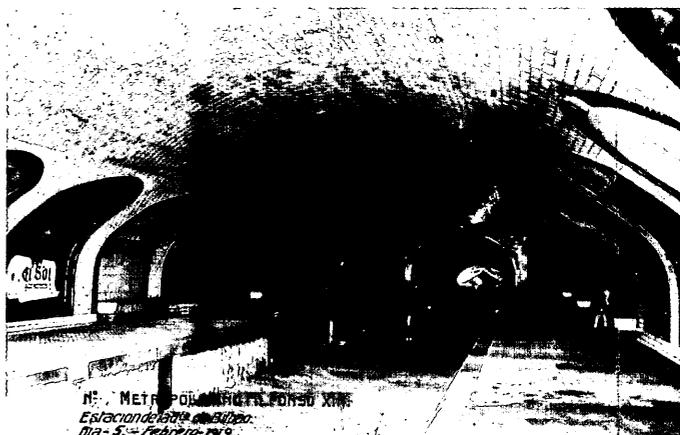
Todas las estaciones subterráneas de ferrocarriles metropolitanos constan de los mismos elementos estructurales cuya conexión e integración en el espacio que ocupan en el subsuelo han dado lugar a distintas soluciones. Estos elementos son los accesos, los vestíbulos, la caverna de la estación y los elementos de conexión entre ellos. Lo que, por ejemplo, diferencia sustancialmente las estaciones del Metro de Madrid de las del de Londres es que en el primero el diseño de la caverna de



El templete situado en el Red de San Luis sirvió primero como vestíbulo y después alojo al Primer sistema de ascensores con que contó Metro de Madrid. En 1970 fue desmontado y trasladado a la localidad de Porriño, ciudad natal de su diseñador, el arquitecto Antonio Palacios.



La estación de Cuatro Caminos también fue remodelada al principio de los 90, creando nuevos espacios en el vestíbulo. En los revestimientos se utilizó el baldosín clásico de principios de siglo, girado 90°. También se utilizaron grandes paneles de chapa vitrocerámica para indicar las líneas, similares a los utilizados en la remodelación de Sol en 1988.



La estación de Bilbao, al igual que todas las inauguradas en 1919, tenían toda la bóveda revestida con baldosín cerámico rectangular con bordes biselados, solución similar a la de las estaciones del metro de París. Con el tiempo esta solución se desechó por su difícil mantenimiento y los riesgos inherentes a las caídas de las piezas sueltas. Observese la entrada a andenes por piñones y los espacios dedicados a la publicidad.

La estación se realiza en un solo volumen con dos andenes, mientras que en el de Londres históricamente se ha mantenido hasta el día de hoy, el criterio de separar en dos volúmenes ambas vías..

Es evidente que una vez escogida una solución geométrica para las secciones de estación y teniendo en cuenta que las soluciones constructivas estaban igualmente condicionadas por los métodos de construcción que la tecnología permitía en cuanto a materiales y maquinaria, poco podían diferir unas de otras.

Las estaciones del primer tramo de línea 1 se diseñaron lo más someras posibles respecto al nivel de calle, con el fin de que gran parte de ellas se pudieran ejecutar a cielo abierto. Se excavaba una trinchera en la que se construía una bóveda de fábrica sobre la que se restituía posteriormente el terreno original. La excavación de la trinchera era relativamente sencilla ya que en aquellos momentos la ocupación del subsuelo por galerías de servicios era relativamente modesta. Una vez terminada la estación, no se distinguía formalmente de otra que hubiera sido construida enteramente en mina cuando la profundidad de la línea lo requiriera. Con estos criterios se llevó a cabo la construcción del primer tramo de la línea 1 entre Sol y Cuatro Caminos. De las 8 estaciones con que contaba la línea, las de Sol, Gran Vía y Tribunal se tuvieron que construir en caverna, al estar condicionada su profundidad por la de los túneles que en su recorrido debajo de las estrechas calles de Montera y Fuencarral debían de tener suficiente recubrimiento para no afectar a las edificaciones ni a los servicios existentes.

En algunos casos se forzaron los parámetros de diseño del trazado de los túneles para construir las estaciones en superficie, como fue el caso del Ramal Opera-Norte inaugurado en 1925 y cuya interestación tiene la pendiente máxima de toda la red de metro con 55 milésimas.



**La estación de Chamberí fue la primera (y única hasta el momento) en cerrarse al tráfico de viajeros. Su cierre fue consecuencia del alargamiento de estaciones de la línea 1 en los primeros años de la década de los 60. En dicha fecha aun conservaba todo el revestimiento original de la bóveda.**

Este sistema de construcción mediante espacios abovedados se siguió en general también para la construcción del resto de elementos de la estación tanto los vestíbulos como los tuneles peatonales de conexión entre ellos. Una excepción la constituye el vestíbulo de la estación de Banco de España dado que al no haber altura suficiente entre la calle y el nivel de vestíbulo para construirlo abovedado, se emplearon vigas para construir un forjado plano. Hasta 1979 no se había construido en Madrid ninguna estación cuyo diseño estructural no fuese abovedado.

Las estaciones de las primeras líneas 1, 2, 3, 4 y el ramal entre la Pza. de la Opera y la estación del Norte se construyeron con una longitud de andenes de 60 m de longitud, con ca-



**El vestíbulo de Antón Martín es uno de los pocos espacios que aun conservan el revestimiento original en las bóvedas.**

pacidad para recibir trenes de cuatro coches, con un ancho de 16 m.

Salvo en el caso de las estaciones del Ramal Opera-Norte que tenían un solo andén, el resto se construyeron con dos andenes laterales. Fueron excepción las estaciones de Cuatro-Caminos en línea 2 inaugurada en 1929 y la de Argüelles en línea 4 en 1944, en las que por ser fin de línea y con el fin de optimizar la explotación se construyeron con un andén central y otro lateral. El ancho de los andenes era aproximadamente de cuatro metros y la distancia entre los bordes de los mismos permitía la circulación de trenes con un ancho de plataforma de 2.30 m.

La planta de la estación en la zona de andenes se ajustaba a la de la traza ferroviaria de forma que no pocas de las estaciones tienen la caverna en curva. Un total de 28 están construidas sobre curvas con radio inferior a 500 metros. Destaca las de Opera en línea 2 con un radio de 108 m. La sección de la bóveda se definía mediante arcos con tres radios diferentes.

La conexión entre los andenes, los vestíbulos y los accesos se hacía mediante galerías abovedadas horizontales e inclinadas con un ancho máximo de 5 metros. Un caso excepcional fue la estación de Gran Vía, equipada con ascensores para salvar los 18 m de desnivel entre la calle y los andenes. El templete de los ascensores estaba situado en la Red de San Luis. En un principio el templete estaba ocupado por la taquilla que más tarde se trasladó a un vestíbulo subterráneo cuando se montaron los ascensores en 1934. Así permaneció hasta que la llegada de la línea 5 hizo modificar los accesos y conexiones de la estación. En 1970 fue desmontado y trasladado a Porriño, ciudad natal de su diseñador, el arquitecto Antonio Palacios.

La utilización de templetos en los accesos de las estaciones se aplicó también a la estación de Sol. Este tuvo que ser desmontado en 1934 por una orden de la Dirección General de Ferrocarriles, actuación que se aprovechó para realizar la primera remodelación de los vestíbulos de la estación de Sol y adecuarlos a la llegada de la Línea 3.

En cuanto a los vestíbulos, los espacios que se dispusieron para los mismos eran muy reducidos; en muchos casos se utilizaron las propias galerías peatonales inmediatas a los accesos. En la mayoría de las estaciones se dispusieron vestíbulos en ambos extremos lo que a su vez condicionó la forma de resolver la entrada a nivel de la plataforma de andenes, en la mayoría de los casos situadas en el mismo plano de la boca del túnel, lo que se conoce por piñón de la estación. El ensamblaje de los distintos elementos de las estaciones, accesos, vestíbulos y zonas de andenes, separados en planta en general decenas de metros entre sí para facilitar la construcción, y unidos por las galerías peatonales conformaron un sistema laberíntico en el espacio en el que el usuario pierde el sentido de la orientación. Se puede haber utilizado durante años una estación sin que se pueda percibir el conjunto de la misma ni tener una conciencia clara del espacio que se recorre. El sistema



**El vestíbulo de Menéndez Pelayo es un claro ejemplo de utilización de los pasillos de entrada para situar las taquillas y líneas de peaje**

de señalética pasa a tener un carácter fundamental ya que solo cuando este es eficaz se es capaz de conducir al usuario al lugar adecuado.

Esta dispersión de los elementos y su carácter laberíntico se acentuó aun más con la aparición de las estaciones de correspondencia. La primera de ellas fue la de Sol al ponerse en servicio el tramo Sol – Ventas en el año 1924. Más tarde en 1936 recibiría la llegada de la línea 3 al construirse el tramo entre Sol y los Barrios Bajos (Sol – Embajadores).

Las estructuras empezaron a crecer de forma arborescente en el subsuelo, aumentando no solo el número y longitud de pasillos sino también la profundidad de los mismos, ya que los primeros niveles estaban ocupados por los espacios requeridos por las primeras líneas. Los recorridos de los usuarios eran cada vez mayores, tanto en horizontal como en vertical, aumentando el número y longitud de los tramos de escalera, en ningún caso mecanizadas. La profundidad media de los andenes, aun así, se mantenía por debajo de los 9 metros.

Al final de este periodo la red contaba con 51 plataformas de estación, 43 estaciones nominales simples y 7 con correspondencias, 6 de ellas dobles y una triple: la de Sol.

## **2. LA EVOLUCIÓN EN GÁLIBO ESTRECHO (1960-1974)**

El aumento de la demanda sobre la línea 1 hizo necesaria la ampliación de la longitud de las cavernas de las estaciones de la línea en los primeros años de la década de los 60 hasta una longitud de 90 m. Los trabajos, uno de los más complicados que se han realizado en la red de Metro, se prolongaron durante cuatro años sin interrumpir la circulación de trenes ni el tránsito de viajeros. Afectaron a 27 estaciones y salvo en las estaciones de Antón Martín, Puerta del Sol, José Antonio y Tribunal, los trabajos se realizaron descubriendo la estructura del túnel a demoler para realizar la obra a cielo abierto. La obra afectó a estaciones tanto con andenes rectos como en curva y las soluciones hubo que particularizarlas para cada estación. En algunos casos la prolongación se hizo en diferentes extremos de las estaciones para cada dirección, como ocurrió en el caso de la estación de Sol.

En este periodo tiene lugar otro hecho sin precedentes, también en la línea 1 y ligado a la prolongación de andenes. Al realizarse esta, las distancias interestación entre Chamberí y las adyacentes, Bilbao e Iglesia, ya de por sí reducida, disminuyeron hasta el límite que hizo aconsejable a la explotación dejarla fuera de servicio.

La experiencia sufrida por los trabajos anteriormente descritos y el aumento de la demanda asociada a una fuerte corriente inmigratoria hacia Madrid hizo reconsiderar los diseños de las estaciones en cuanto a la capacidad de las mismas. Las estaciones de las nuevas líneas se diseñan con longitudes de 90 m de andén, capaces para la circulación de trenes con 6 coches. Este criterio es el que se aplicó en los diseños de las estaciones de la línea 5, cuyo primer tramo entre Ventas y Ciudad Lineal entró en servicio en 1964, formando parte de la línea 2 durante cuatro años, hasta la inauguración del tramo Ventas – Callao en 1968.

La preocupación por la capacidad y la movilidad en las estaciones tuvo también su repercusión en el diseño de la línea del Suburbano, que hoy forma parte de la línea 10. Desde el punto de vista arquitectónico esta línea inaugurada en 1961 presentaba la peculiaridad de tener estaciones en superficie, las de Lago, Batán, Empalme y Aluche. El resto, Plaza de España, Campamento y Carabanchel son estaciones subterráneas, las dos últimas construidas a cielo abierto. A resaltar que en Empalme se construyeron dos apeaderos con el fin de establecer la correspondencia entre el suburbano y la línea de vía estrecha Goya-Almorox. Los trenes del suburbano solo paraban en el apeadero cuando coincidían con la llegada de uno de los cuatro trenes diarios que prestaban servicio en la línea de RENFE.

Todas ellas, salvo el apeadero de Empalme, tenían dos andenes laterales y uno central. Las de Aluche y Plaza de España estaban equipadas con escaleras mecánicas, las primeras que se instalaban en la red. Es de destacar la longitud de las esca-

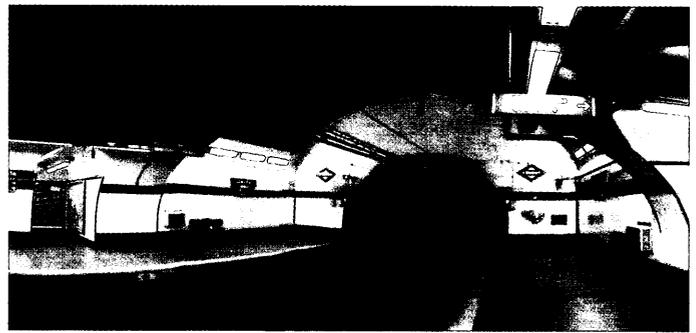


**Los trabajos de alargamiento de las estaciones en Línea 1 en los años 60 han sido uno de los más complejos que se han realizado sobre infraestructura existente en la red de Metro.**

leras montadas en Plaza de España que salvaban un desnivel de 22 m, en aquel momento fueron las de mayor longitud de Europa, y ayudaban a acceder a los andenes de la estación que situados a 35 m del nivel de calle eran los más profundos de las estaciones subterráneas construidas en Madrid.

La aparición de las escaleras mecánicas en la red marcaron una nueva época en Metro tanto desde el punto de vista de la mejora de la movilidad y accesibilidad como de los condicionantes de los diseños de las estaciones y de los programas de mantenimiento de la explotación.

En la que en aquel entonces era la red de Metro propiamente dicha, las primeras escaleras mecánicas se montaron en la estación de Portazgo de línea 1, cuando en 1962 se inau-



**En esta perspectiva de la estación de Gran Vía se percibe el cambio de la sección de la estación como consecuencia del alargamiento de la misma para pasar de 60 a 90 metros.**



**Escaleras mecánicas de la estación de Portazgo. Fueron las primeras que se instalaron en la red de Metro en 1962. Hoy en día la red cuenta con 9++ escaleras mecánicas.**

guró el tramo Vallecas- Portazgo. La introducción de escaleras mecánicas se hizo al principio de forma lenta, entre otras razones por la dificultad de adaptar su montaje a los corredores existentes en las estaciones antiguas. Fue menos dificultosa su instalación en los nuevos proyectos, pero ello requirió el diseño de túneles peatonales de mayor sección, con un ancho mínimo de 4,5 m. Hasta principios de los 70, y sin contar las del Suburbano, solo 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, Núñez de Balboa, Alonso Martínez, Gran Vía, Chueca, Latina y Pirámides).

La utilización de escaleras mecánicas en línea 5 fue una consecuencia inmediata no solo de que la tecnología estaba



La estación de Tetuán es un claro ejemplo de las formas de estaciones en caverna de línea 1 construidas en 1929. Se percibe la forma de la boveda compuesta de varios arcos, las entradas por el piñón de la estación y su diseño en curva.

disponible, sino de los condicionantes en cuanto a la profundidad a la que se diseñaron algunos tramos de la línea. A partir de 1961, las trazas de las ampliaciones de las líneas existentes y sobre todo la línea 5, empezaron a tener unos condicionantes más fuertes en cuanto a su situación respecto al nivel de calle. La ocupación de los primeros niveles por otras líneas de metro más antiguas, otras infraestructuras o servicios determinó la profundidad de los nuevos trazados. La concepción de las estaciones seguía siendo la misma en cuanto a la posición relativa de los elementos y la forma de conectarlos, si bien se mejoró claramente en los espacios dedicados a los vestíbulos, en el ancho de los andenes y en la disposición de los mismos que, salvo casos excepcionales pasan a ser rectos, mejorando con ello la seguridad para el viajero.

Los trazados eran cada vez más profundos y la accesibilidad y la movilidad en el interior de las estaciones empeoraban. Comenzaron a instalarse las primeras escaleras mecánicas en las estaciones más profundas como se ha comentado anteriormente si bien en ningún caso se mecanizaron todos los tramos de escalera. El desnivel medio de los andenes de las estaciones construidas en este periodo con respecto a la calle subió a casi los 18 metros. La vertebración de la red, con mayor número de estaciones con correspondencia, va haciendo cada vez más compleja la trama de vestíbulos y túneles peatonales en el subsuelo.

Al final del periodo la red de Metro tenía ya 95 estaciones.

### 3. LAS ESTACIONES PARA GÁLIBO ANCHO (1974-1994)

Si bien durante este periodo continuaron haciéndose ampliaciones de líneas de gálibo estrecho, lo que caracteriza estas dos décadas es la puesta en funcionamiento de las líneas de gálibo ancho: las líneas 6, 7, 8 y 9.

El objetivo de dar cada vez más capacidad a las líneas y el conseguirlo sin aumentar el grado de ocupación de los trenes llevó a diseñar las nuevas líneas con estaciones de mayor volumen, para permitir la circulación de trenes más largos y más anchos.

La primera línea en entrar en servicio con estos criterios fue la línea 7, cuyo tramo Las Musas- Pueblo Nuevo se inauguró en 1974. A partir de aquí se abandona prácticamente la solución de acceder a las estaciones con andenes laterales por los piñones y se diseñan soluciones mediante varios accesos repartidos a lo largo de los andenes. En la línea 6, cuyos primeros tramos desde Cuatro Caminos a Oporto entraron en servicio en 1979, se diseñaron estaciones con dos andenes laterales y uno central de forma que las entradas al tren se realizaban por los laterales y la salida por el central. Entre ellas las de Avenida de América, Manuel Becerra, Pacífico, Pza. Elíptica y Oporto.

Dentro de la misma línea se construyeron en 1983 los tramos Oporto-Laguna, que entro en servicio inmediatamente en servicio, y la infraestructura de los tramos Laguna-Lucero y Lucero-Puerta del Angel, que entrarían en servicio en 1995. A destacar la estación de Lucero, que fue la primera estación que se construyó con techo plano, si bien no fue la primera en entrar en servicio. Le correspondió este privilegio de nuevo a la línea 1 al construirse y ponerse en servicio en 1988 la esta-



La estación de Atocha-RENFE fue la segunda en ejecutarse con pantallas y la primera en estar integrada en un intercambiador



Al comienzo de los 90 la Comunidad de Madrid llevo a cabo la remodelación de las estaciones de Puente de Vallecas y Portazgo. Se utilizo el ladrillo como material de revestimiento en los paramentos verticales. Este mismo material se utilizaría mas tarde en algunas zonas de la estación de Moncloa y en Lucero en línea 6.

ción de Atocha-RENFE. Se reúnen en esta estación varias peculiaridades:

- ▼ a) Es la primera estación que se construye sobre la red existente en medio de una interestación en subterráneo. Posteriormente se haría lo mismo con las estaciones de Canal en línea 2 en 1998 y la estación de Eugenia de Montijo sobre la línea 5 (año 1999) entre las estaciones de Aluche y Carabanchel.
- ▼ b) Es la segunda estación que se construye con pantallas y forjados. La primera fue la de Av. De la Paz en la prolongación de la línea 4 que se inauguro en 1979.
- ▼ c) Es la primera estación que nace con el objetivo de integrarse dentro de un espacio común con otros sistemas de transporte, en este caso RENFE, formando lo que hoy en día conocemos como intercambiadores.

En las estaciones construidas en este periodo aumentan claramente los espacios tanto de los vestíbulos como de los pasillos y sobre todo aumenta el volumen de la caverna de la estación que pasa a tener 120 metros de longitud y 19 metros de ancho, capaz para recibir los nuevos trenes con un ancho de plataforma de 2,80 metros.

Pero lo que claramente las diferencia del resto es su profundidad, ya que los proyectos constructivos de estas líneas intentaron soslayar los problemas geotécnicos, constructivos y de interferencias con otras infraestructuras y servicios existentes en el subsuelo a costa de ganar profundidad. La profundidad media de las estaciones construidas en este periodo se elevó hasta los 25 metros. Destaca la de la línea 6 en Cuatro Caminos que con sus 50 metros es la más profunda de toda la red de Metro.

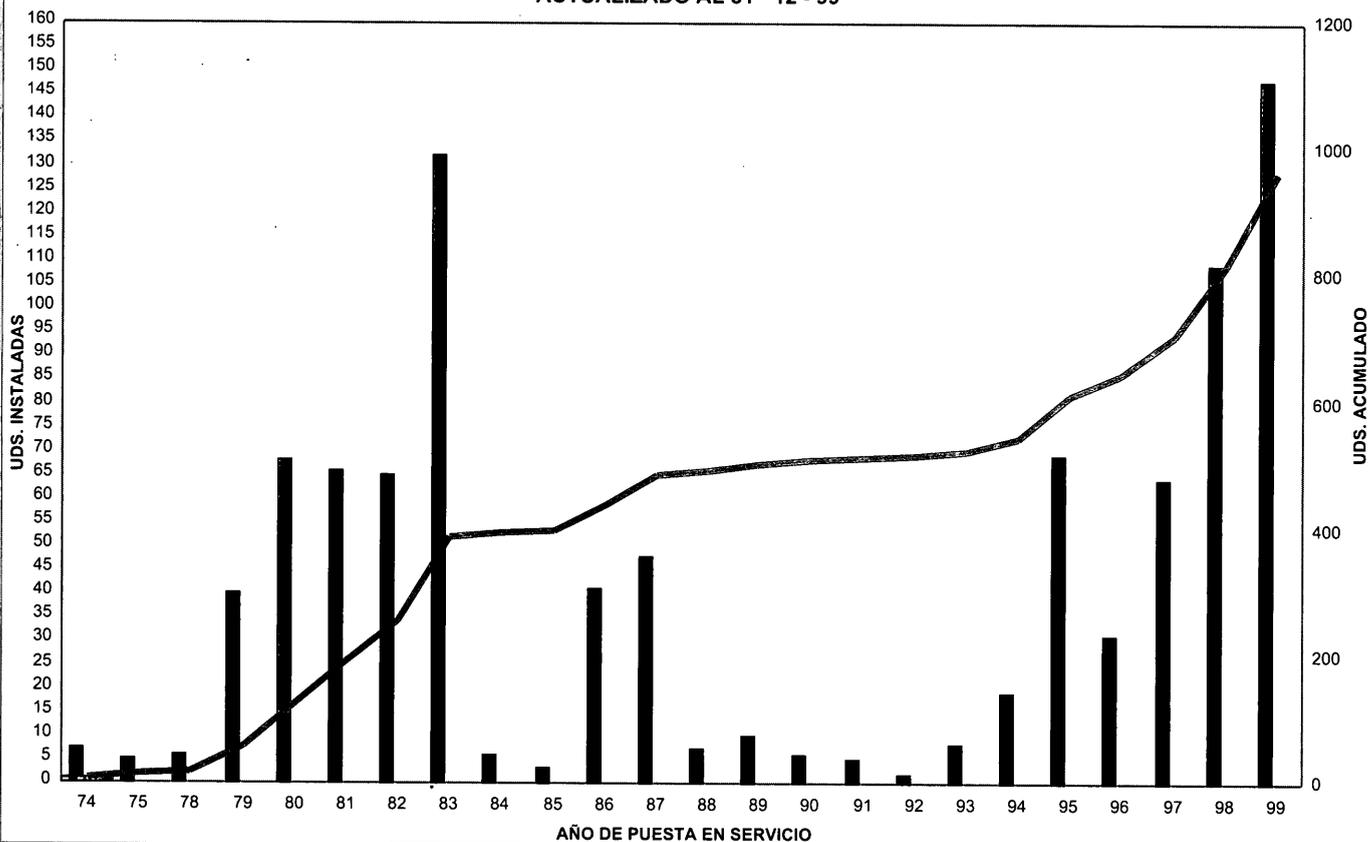
Esta mayor profundidad de las estaciones requirió el necesario equipamiento de escaleras mecánicas. Aunque no todos



La estación de Sol fue la primera en la que confluyeron dos líneas. Su vestíbulo ha sufrido diversas transformaciones desde 1934 hasta 1988, siempre con el objetivo de ganar mayor espacio en el subsuelo.

**INCREMENTO DE ESCALERAS INSTALADAS (HISTÓRICO)**

ACTUALIZADO AL 31 - 12 - 99



AÑO	74	75	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	TOTAL
TOTAL	7	5	6	40	68	66	65	132	6	3	41	48	7	10	6	5	2	8	19	69	31	64	109	148	965

los tramos estaban equipados con escaleras de subida y de bajada el número de ellas llegó a 525, convirtiendo al Metro de Madrid en el que mas escaleras mecánicas tenía del mundo. Esta utilización necesaria y extensa de escaleras mecánicas hace que dentro de la red de metro se pueda hablar de dos sistemas de transporte: el horizontal, que se realiza mediante los trenes a través de los tuneles entre estaciones, y el vertical que se realiza dentro de cada estación mediante escaleras mecánicas. El peso e importancia de este último dentro de los tiempos totales de viaje no es en absoluto despreciable, llegando en algunas líneas a superar el 25%.

La preocupación y el esfuerzo por aumentar los espacios en las estaciones no solo se aplicó a los nuevos proyectos. En la última parte de la década de los 80 se realizaron modificaciones de gran alcance en los vestíbulos de estaciones con elevado número de usuarios, entre ellas en las de Sol, Callao, Ventas y Cuatro Caminos. Así mismo se realizaron remodelaciones de estaciones, con cambios de los recubrimientos de

paramentos verticales y de solados. Por primera vez se empiezan a utilizar materiales no pétreos con buenas propiedades antivandálicas y fáciles de mantener. Entre estas estaciones figuran El Carmen y Quintana en línea 5, Bilbao, Numancia, Puente de Vallecas y Portazgo en línea 1, Opera en línea 2 y 5 y Palos de la Frontera en Línea 3.

Al comenzar 1994 la red de Metro tenía ya 155 estaciones, 94 sencillas, 19 dobles, 6 triples y una quintuple.

**4. EL PASADO CERCANO (1994-1999)**

A los primeros años de este periodo (1994-1995) corresponde la puesta en servicio de las primeras ampliaciones de Metro que realizaba la Comunidad de Madrid una vez hecho el traslado de competencias en la construcción de la infraestructura desde el Estado a la Comunidad Autónoma. Durante estos años se puso en servicio una nueva ampliación de la línea

1 hacia el sureste hasta alcanzar el límite de la M-30 y se completo el cierre circular de la línea 6 por el oeste entre las estaciones de Ciudad Universitaria y Laguna.

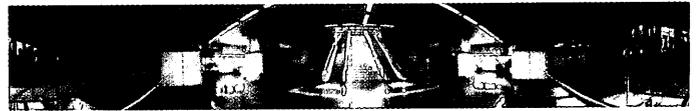
En este periodo empiezan a aparecer mas estaciones construidas con pantallas. En la línea 6 las de Moncloa, Príncipe Pío, y la ya mencionada anteriormente de Lucero. Dentro de la remodelación de Príncipe Pío se construyó una nueva estación del Ramal Opera-Norte también con pantallas y forjado pretensado.

Merece la pena detenerse en analizar la importancia que en este periodo empiezan a tener, dentro del sistema de transporte de la región, los intercambiadores en general y de los de Moncloa y Príncipe Pío en particular, este último realizado por el Ministerio de Obras Publicas, que se unían al ya existente de Atocha.

A partir de la década de los 70 se inicia un proceso de transformación del territorio metropolitano caracterizado por la fuerte concentración de empleos en el sector servicios y terciario en el área central de la ciudad y una segregación del uso residencial al cinturón metropolitano. Esta situación conlleva una mayor longitud de los desplazamientos, con mas de una etapa en los que se utilizan varios modos de transportes entre los que se precisa hacer correspondencias. Es necesario diseñar piezas dentro del sistema de transporte que sean capaces de realizar la conectividad entre los distintos modos de forma que los transbordos se realicen de la forma mas rápida y cómoda posible. De poco serviría aumentar las velocidades y las frecuencias de los trenes si en los transbordos se emplea tanto tiempo o mas que en el propio transporte.

Los intercambiadores son por lo tanto estaciones de interconexión entre las distintas redes caracterizadas por un cuidado diseño funcional de manera que los transbordos se simplifiquen al máximo, reduciéndolas penalizaciones que por los recorridos en espacio y tiempo percibe el usuario cuando se ve obligado a realizar transbordos. Las nuevas estaciones e intercambiadores ya no pueden concebirse al modo de las correspondencias de las antiguas líneas de Metro como resultado de la agregación de espacios dispersos unidos por pasillos. Las nuevas estaciones tienen que funcionar como lugares diseñados para facilitar el trasbordo entre los medios de transporte que en ellos convergen. Espacios evidentes, en los que el viajero se orienta inmediatamente y donde las distancias a recorrer o los desniveles a salvar son mínimos. Una aplicación practica de lo anterior han sido las realizaciones de Príncipe Pío y Moncloa que junto con el de Atocha tienen el mayor número de intercambios modales: mas de 200.000 diarios cada uno.

Entre 1994 y 1995 se llevaron a cabo la ampliación de la línea 1 desde Portazgo hasta Miguel Hernández y el cierre circular de la línea 6 por el lado oeste. De la primera ampliación destacar que es el primer proyecto en el que el número de estaciones construidas en pantallas es superior al de las ejecutadas en mina. Este resultado vino forzado por la aparición de



**La construcción de la estación del Alto del Arenal supuso un paso importante hacia los cambios en los criterios de diseño que se adoptaron posteriormente. Proyectada para ser construida en caverna, las desfavorables condiciones geotécnicas al inicio de su excavación hicieron reconsiderar la posibilidad de construirla con pantallas. Desde julio de 2000 alberga el Nuevo Puesto de Control de Metro de Madrid**

condiciones geotécnicas muy desfavorables en la construcción de la estación del Alto del Arenal y que hicieron cambiar el método de ejecución previsto en proyecto. En el caso de la estación de Miguel Hernández el procedimiento constructivo vino marcado por la geometría en planta ya que la estación llevaba adosada una cochera de cuatro vías. Consecuencia de lo anterior es la aparición en estas dos estaciones de grandes espacios libres generados en su excavación. Se llega por primera vez a la utilización mixta de los espacios generados por la construcción de las estaciones. Los niveles superiores de la estación de Miguel Hernández fueron utilizados como aparcamientos para un total de 900 vehículos. Este tipo de utilización se repetiría mas tarde en la línea 6 en los niveles superiores de la cochera de Ciudad Universitaria, construida así mismo con pantallas para estacionar 8 trenes en su nivel inferior, con una capacidad de 2000 coches. Los niveles libres correspondientes a la estación del Alto del Arenal han sido adaptados para albergar el Nuevo Centro de Mando de Metro de Madrid.

En cuanto a la Línea 6, se ejecutaron en pantallas la estación y el intercambiador de Moncloa, y Príncipe Pío, esta última formando parte del intercambiador construido como ya se



**La estación de Buenos Aires conjuntamente con la de Guzmán el Bueno en línea 7 son las dos últimas que se han construido en caverna en el Metro de Madrid.**



**La estación de Miguel Hernández es la primera multiuso de la red de Metro. No solo es uno de los primeros exponentes de la construcción con pantallas y utilización de nuevos materiales de revestimiento sino que además aloja un aparcamiento para 900 vehículos (la entrada se puede ver en el centro de la foto) y una cochera de cuatro vías para ocho trenes.**

ha mencionado por el Ministerio. En el resto de las estaciones, hasta Laguna, se acabó la parte de infraestructura que faltaba rematar desde 1983 y se equiparon las estaciones.

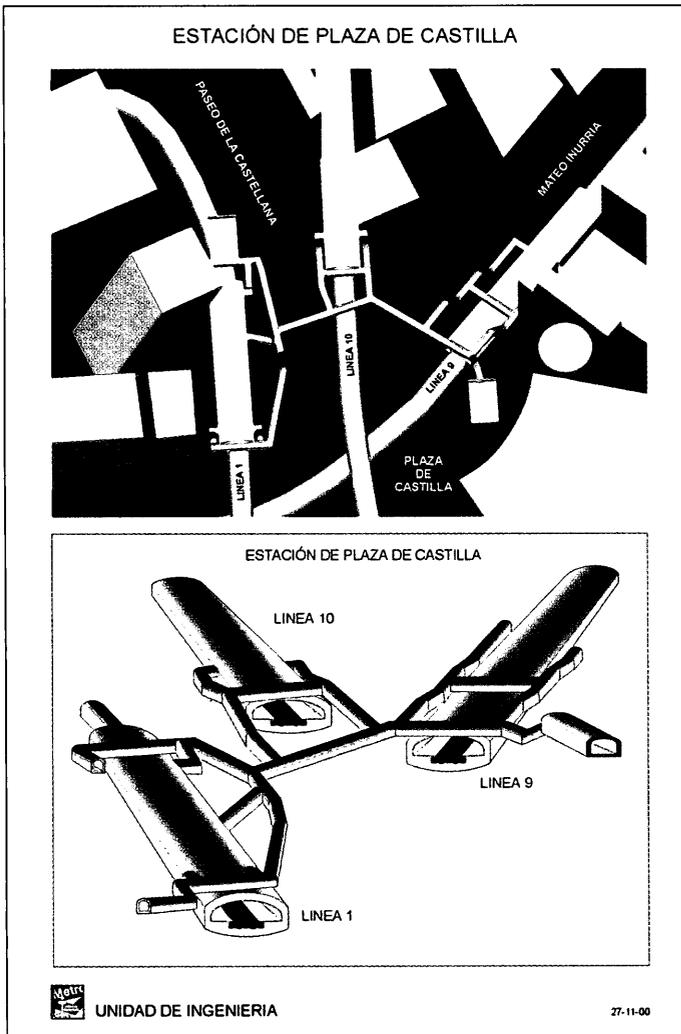
Durante la ejecución de las obras se promulgó en 1993 la Ley de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas de la Comunidad de Madrid. Se intentó sobre la marcha adaptar las geometrías de las estaciones en ejecución para poder instalar ascensores. Esto se consiguió en las estaciones de Alto del Arenal, y Miguel Hernández en línea 1 y en las de Lucero, Moncloa y Ciudad Universitaria en la línea 6.

En todas las estaciones de este periodo se utilizaron revestimientos vitrocerámicos en la parte inferior de las pantallas y muros. Para las zonas superiores se optó por la solución de hormigón proyectado y pintado o por el forrado mediante ladrillo visto.

La experiencia que supuso la construcción de las estaciones ejecutadas en pantallas en este periodo influyó de forma decisiva en los criterios que se siguieron para la definición de estaciones en el periodo 1995- 1999. Durante este periodo se desarrolla el primer plan de ampliación que pone en marcha el nuevo Gobierno Regional y que supone un record en cuanto a la construcción de kilómetros de red y de número de estaciones, no solo en el Metro de Madrid sino en el mundo. Se construyeron un total de 39 estaciones, todas ellas subterráneas excepto tres, dos situadas en la prolongación de la línea 9 a Arganda y la de Eugenia de Montijo mencionada anteriormente. De todas las estaciones subterráneas solo una, la de Guzmán el Bueno en la línea 7, se ha construido en caverna. Las razones por las cuales se llegó a aplicar esta solución constructiva son varias, algunas de las cuales se han apuntado ya, pero sin duda ninguna hubo dos criterios básicos que se siguieron y que han marcado de forma clara la morfología de las estaciones de este periodo: la mejora de la accesibilidad a las estaciones y la concentración de todos los volúmenes en un solo espacio.

En lo que respecta a la accesibilidad se siguió el criterio de diseñar las trazas de las nuevas líneas y las estaciones correspondientes lo más someras posibles. La profundidad media de las estaciones de este periodo es de unos 16 metros entre la plataforma de los andenes y el nivel de calle. Con estas profundidades el método de construcción con pantallas pasaba a ser el idóneo, no solo por el escaso recubrimiento que se hubiera tenido para realizar cualquier excavación en mina, sino porque disminuía los riesgos de una excavación subterránea y permitía la construcción prácticamente simultánea de todas las estaciones, al contar con los equipos necesarios.

Por su parte el cambio que supone pasar de concebir una estación como agregación de volúmenes con distintos usos dispersos en el subsuelo a diseñarlas como un solo volumen donde se integran todos los elementos determinó también el procedimiento constructivo a emplear. Técnica y económicamente el procedimiento constructivo que resuelve la creación de grandes espacios en el subsuelo a poca profundidad es el



La estación de Pza. Castilla es un claro ejemplo del crecimiento arborescente de los espacios de las estaciones antiguas de Metro en el subsuelo. En el gráfico puede verse la disposición relativa de las líneas 1, 9 y 10 y los elementos de comunicación entre ellas.

de ejecución mediante pantallas, si bien es cierto que dicha solución tiene problemas inherentes al propio método que hay que resolver tanto en la fase de proyecto, en la que hay que encontrar los espacios libres en la trama urbana para ubicar la planta de la estación y realizar un estudio pormenorizado de los servicios que se ven afectados, como en la fase de ejecución donde es necesario coordinar los trabajos de forma eficaz para aminorar en lo posible los impactos al tránsito y tráfico de superficie, no solo por la construcción de la estación en sí, sino también por las obras de desvío de servicios que hay que realizar, en algunos casos muy importantes.

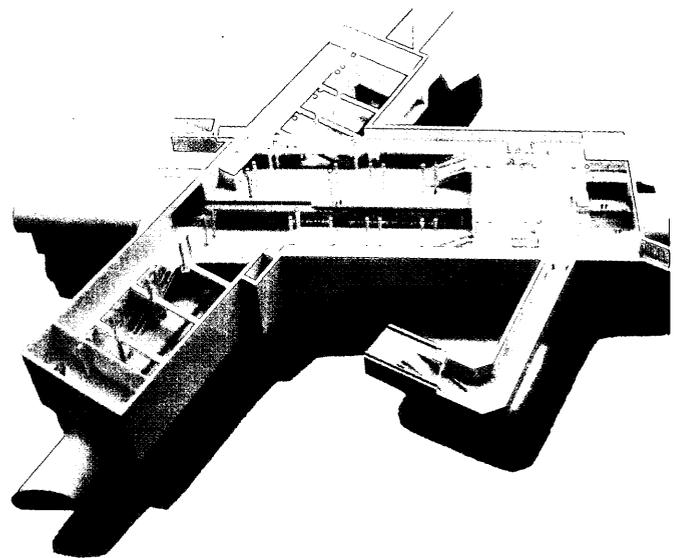
Con los dos criterios principales marcados anteriormente, las estaciones del plan de ampliación tienen todas ellas características que las hacen fácilmente identificables: son poco profundas, totalmente accesibles para personas con movilidad reducida con ascensores desde el nivel de calle, con un grado

de funcionalidad muy alto que acorta los recorridos de los usuarios entre la calle y el andén, y con unos espacios generosos donde es fácil orientarse y perder la sensación de que se está transitando por un medio hostil. Las estaciones han pasado a ser grandes elementos de forma ortogonal con 20 metros de ancho y 120 metros de largo, en el que se sitúan al menos dos niveles, el del vestíbulo sobre una losa que ocupa solo una parte del espacio en planta de la estación, y el de los andenes, con un ancho de plataforma de 5 metros.

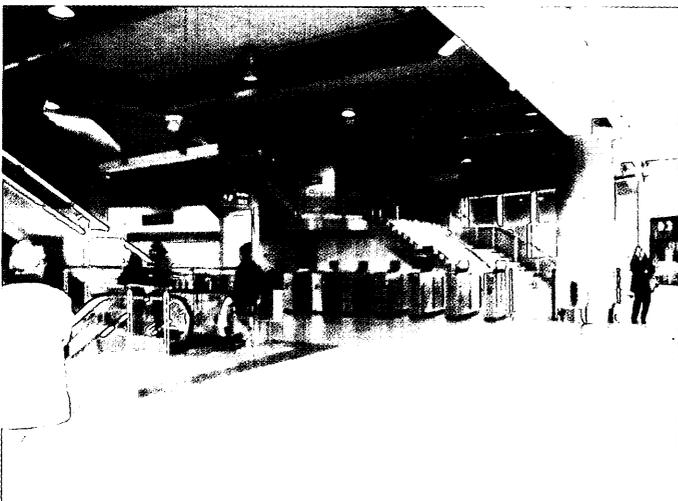
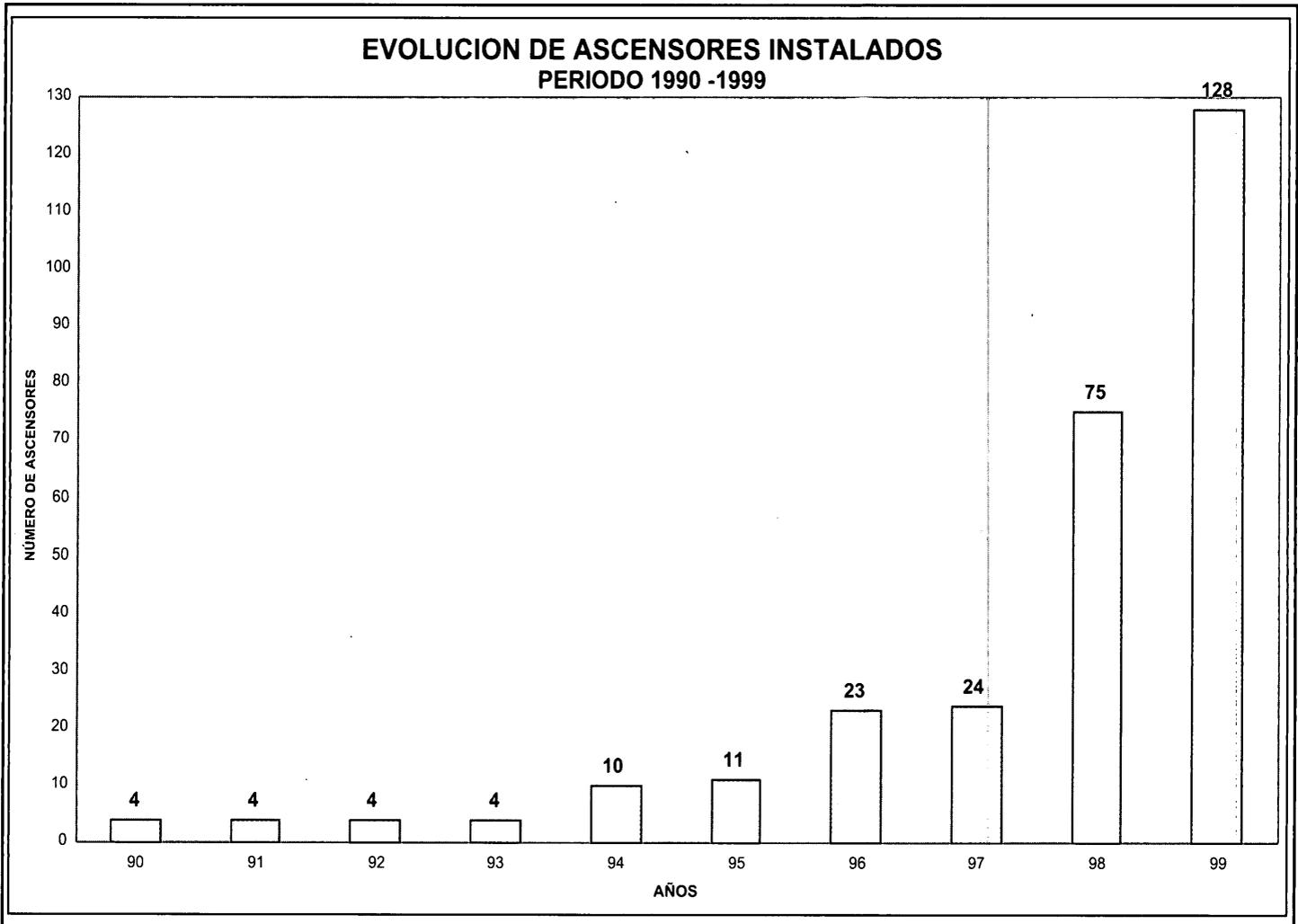
Todas las estaciones tienen escaleras mecánicas de subida y bajada para salvar todos los desniveles a excepción del de calle, que solo ha sido equipado con escaleras en casos muy puntuales. Este alto grado de equipamiento, unido al gran número de estaciones construidas ha elevado el número total de escaleras mecánicas a 965.

A destacar que la integración de ascensores dentro de la estación ha condicionado la posición relativa en planta de los elementos a comunicar en vertical (calle-vestíbulo, vestíbulo-andenes), lo que en algunos casos ha complicado el diseño de la estación y ha incrementado notablemente los costes de construcción. En la actualidad la red cuenta con 128 ascensores.

En lo que respecta a los recubrimientos de paramentos verticales y suelos, se ha continuado aplicando en los primeros la solución de elementos vitrocerámicos de distintos colores hasta 2,5 metros de altura; el resto de la pantalla se cubre con elementos de malla metálica estirada en color gris deformada en volumen. Para los suelos se ha seguido empleando el terrazo y para los escalones de las escaleras fijas el granito.



La estación de Mar de Cristal en la que confluyen las líneas 4 y 8 y de la que vemos una foto de la maqueta es el fiel reflejo de los nuevos criterios de diseño seguidos en los últimos planes de ampliación. Grandes espacios, máxima accesibilidad y recorridos cortos para cualquier movimiento de entrada, salida o correspondencia a realizar en la estación



La estación de Sierra de Guadalupe fue construida es una de las tres construidas en el Plan de Ampliación 1995-1999 que tiene correspondencia con Cercanías. En este caso la Comunidad de Madrid construyó tanto la estación de Metro como la de Cercanías dentro del mismo proyecto.

De todas las estaciones construidas tres tienen correspondencia con la red de Cercanías (Pitis, Puerta de Arganda y Sierra de Guadalupe), otras tres tienen estación doble (Canal, Gregorio Marañón y Mar de Cristal) y dos correspondencia con estaciones ya existentes (Guzmán el Bueno y Pza. Elíptica). Todas las estaciones construidas fueron entrando progresivamente en servicio con excepción de la de Arroyo del Fresno en el extremo norte de la línea 7, y cuya apertura se realizará próximamente, cuando se consolide el barrio que se halla en estos momentos en construcción.

Los grandes espacios residuales de las estaciones construidas han sido adecuados para diferentes usos tanto técnicos (subestaciones eléctricas, Centro de Procesos de Datos de Metro, etc.) como de otra índole (aparcamientos para vehículos). Destacar que la estación de Islas Filipinas en la Línea 7 alberga además en su primer nivel un paso subterráneo para vehículos por debajo de la calle Cea Bermúdez.

Al finalizar el Plan de Ampliación 1995-1999 el Metro de Madrid contaba ya con 201 estaciones en servicio.



**Congosto es la estación fin de trayecto en el extremo sur de la línea 1. ¿Lo será por mucho tiempo?**

## **5. EL PRESENTE. LOS DISEÑOS EN CONSTRUCCIÓN. (1999-2003)**

En el momento actual la Comunidad de Madrid, a través de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, está llevando a cabo el plan de ampliación 1999-2003 que supondrá la construcción de 35 nuevas estaciones dentro de tres proyectos diferentes:

En la prolongación de la línea 8, que unirá directamente el Aeropuerto de Barajas con el centro de Madrid, desde Mar de Cristal hasta nuevos ministerios se construirán dos estaciones nuevas, una en Colombia con correspondencia con la línea 9 y otra en Nuevos Ministerios, donde además se va a realizar una importante remodelación de todo el intercambiador existente. Nuevos Ministerios será la primera estación de Metro en la que se puedan facturar equipajes.

En la prolongación de la línea 10 hasta Alcorcón se construirán cinco nuevas estaciones, una de ellas la de Puerta Batán con doble plataforma de andenes para realizar la futura correspondencia con el final de Línea 5. Además se remodelarán las existentes entre Alonso Martínez y Batán. Una de las esta-

ciones tendrá correspondencia con la línea de Cercanías C-5 en Cuatro Vientos, y la última estación en Alcorcón tendrá correspondencia con Metrosur.

En el anillo de Metrosur, que recorrerá las poblaciones de Alcorcón, Móstoles, Fuenlabrada, Getafe y Leganés, se construirán 27 estaciones. De estas 27 estaciones 6 tendrán correspondencia con las líneas de Cercanías de RENFE.

Dado el poco tiempo transcurrido desde la ejecución de los diseños de estación del anterior periodo poco cabe decir aquí en cuanto a cambios sustanciales en el diseño de las mismas, pues se mantienen los criterios básicos de dar prioridad la accesibilidad, la funcionalidad y a la creación de amplios espacios. Todas las estaciones se están construyendo mediante pantallas. Solo queda hacer mención de tres peculiaridades de los proyectos que se están desarrollando.

La primera se relaciona con los diseños de las estaciones con correspondencia con Cercanías, en los Municipios que recorre Metrosur. En estas se ha tenido en cuenta la posibilidad de que en un futuro estas líneas puedan soterrarse, para lo cual se ha dejado el espacio necesario entre el nivel de calle y la estación de metro correspondiente. Además ha tenido que resolverse la comunicación entre ambas en las dos situaciones posibles, la actual y la correspondiente a la línea de Cercanías soterrada.

La segunda es el equipamiento con escaleras mecánicas del desnivel entre calle y vestíbulo en todas las estaciones, lo que traerá aparejado un nuevo diseño de acceso.

La tercera es un aumento de la capacidad de los ascensores que pasaran a admitir una carga mayor de la actual.

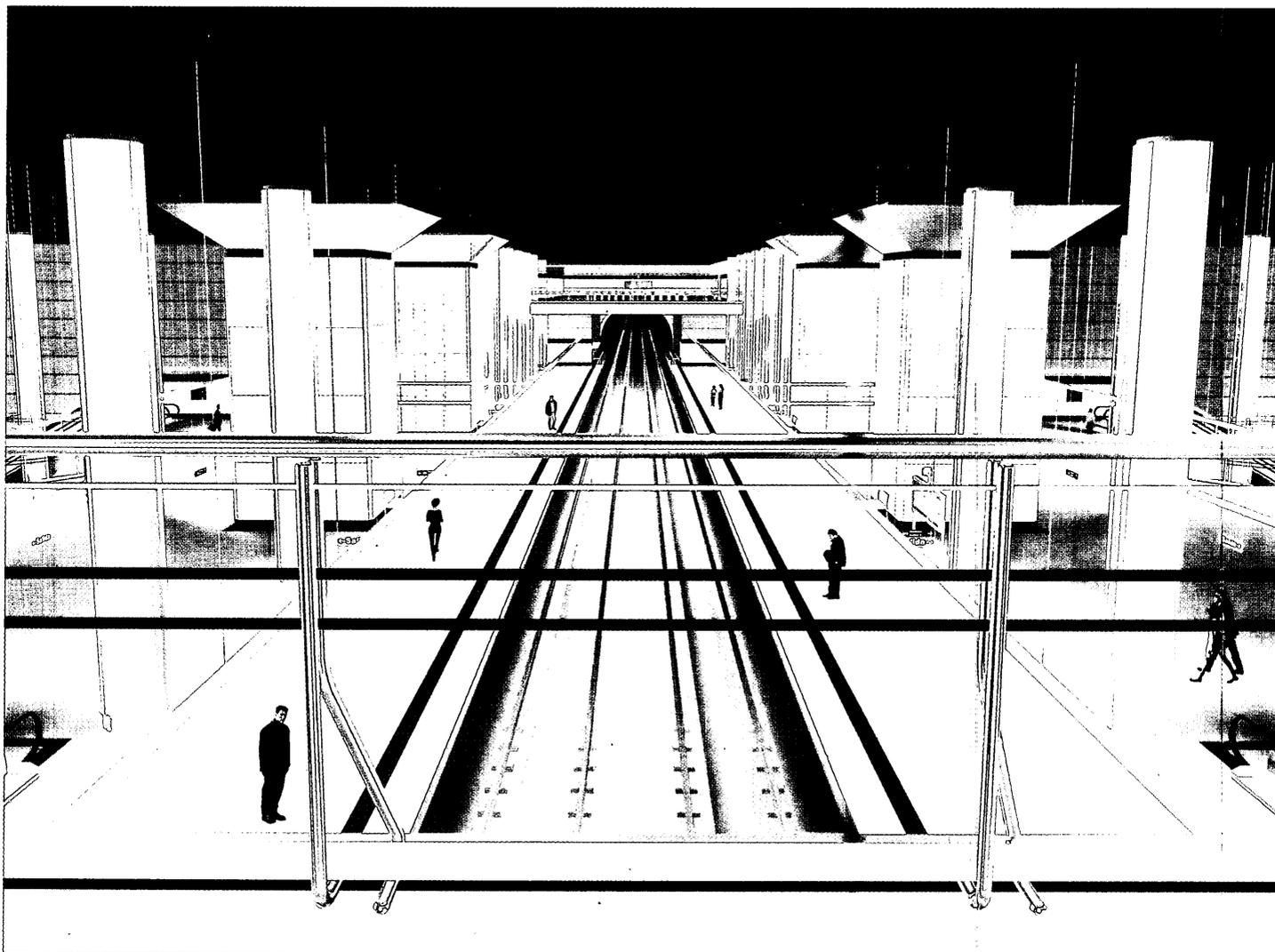
Por lo demás las estaciones serán de dimensiones y morfología similares a las actuales, con una profundidad media de unos 15 metros, aunque dado el moderno equipamiento interior que llevarán en cuanto a líneas de peaje, máquinas billetearas, comunicaciones y otros sistemas, el usuario las percibirá como algo diferente al resto de la red.

En el año 2003 la red de metro contará con 237 estaciones.

## **6. EL FUTURO**

La velocidad a la que están desarrollando las nuevas tecnologías hace cada vez más difícil el hacer un pronóstico a largo plazo sobre como serán las estaciones subterráneas de los metropolitanos. Sin embargo si que es posible predecir cuales parecen ser las tendencias en el corto y medio plazo.

En cuanto a las estaciones de líneas nuevas parece indudable que su gestación debería realizarse dentro de los planes de ordenación urbana de las ciudades. La planificación de los nuevos desarrollos que por su densidad de población necesitan medios de transporte públicos de alta capacidad deben contemplar tanto los túneles como las estaciones de metro como un equipamiento más. Esto no solo permitirá una integración absoluta del transporte en dichos núcleos, sino además



**Los diseños de estaciones para Metrosur seguirán sustancialmente los mismos criterios que los que se aplicaron en el anterior plan de ampliación. En los croquis se presenta una perspectiva tridimensional de la estación Alcorcón 1.**

una ordenación y gestión adecuada de los espacios en el subsuelo. Las ventajas que ello reportará no solo serán de tipo funcional, sino también económicas, al poder establecer una coordinación de todas las inversiones a realizar en los equipamientos y servicios en el subsuelo.

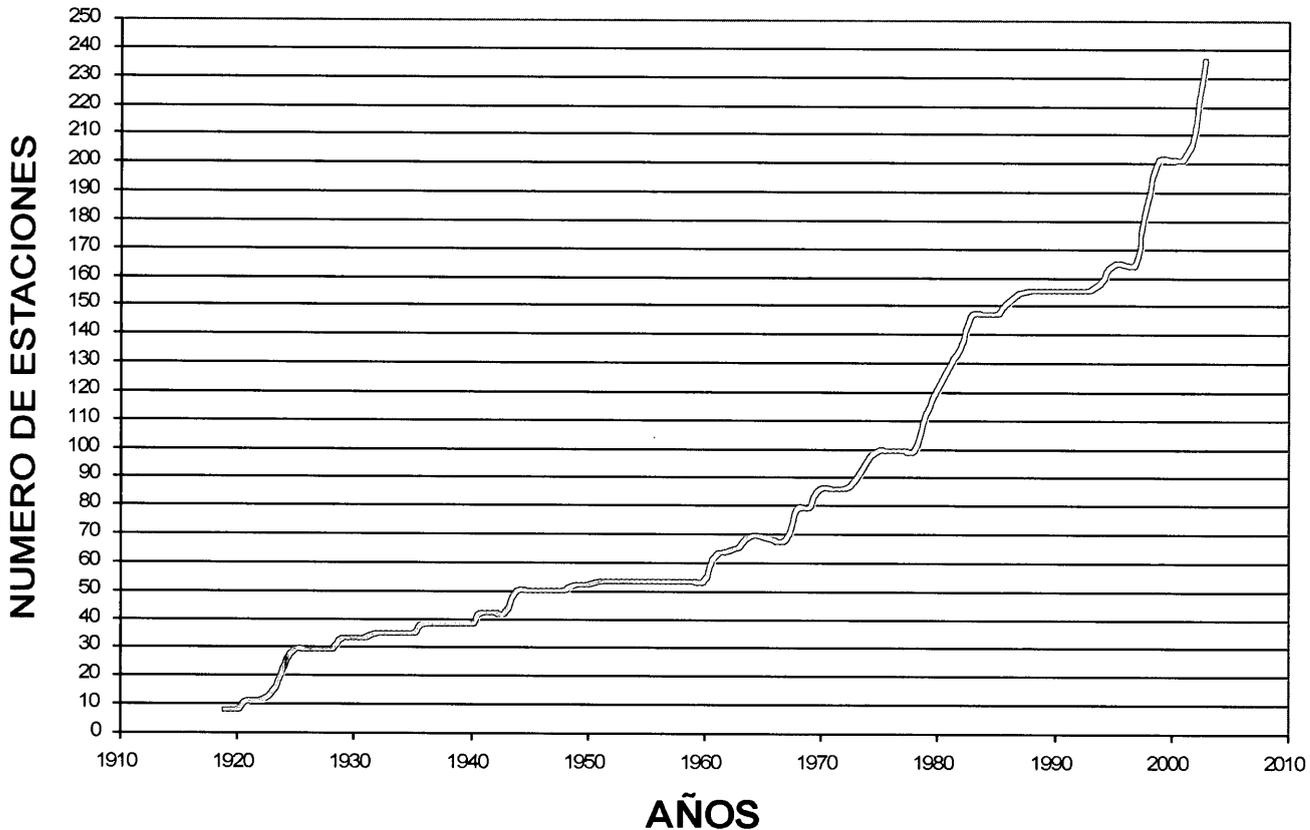
Si la forma de encarar los diseños de las nuevas líneas y estaciones es el anteriormente descrito es indudable que las estaciones estarán siempre en el mejor sitio posible, sin tener los problemas que se plantean en la actualidad para poder situarlas dentro de un espacio urbanístico consolidado.

La solución óptima sería que tanto los proyectos como la ejecución de las estaciones y túneles se llevaran a cabo con el resto de los trabajos de urbanización y equipamiento de infraestructuras de las nuevas áreas poblacionales. Llegados a este punto las estaciones de metro estarían ubicadas en el mejor sitio y a la menor profundidad posible, optimizando su conexión

con otros modos de transporte en superficie que darían la capilaridad adecuada al sistema, bien mediante metro ligero, tranvía o autobús. Este diseño integrado permitiría en muchos casos ubicar los accesos y vestíbulos a nivel de superficie, bien en el viario o integrado en edificios públicos o centros comerciales. Las estaciones podrían estar tan someras que podrían recibir la luz natural dentro de ellas a través de cubiertas ligeras.

Todo lo anterior son cambios previsibles con respecto a la ubicación de las estaciones. En cuanto a la morfología cabría preguntarse si en el futuro seguirán existiendo los vestíbulos. Si se hace un repaso de cuales son las actividades que se desarrollan en los mismos desde el punto de vista del usuario y desde el punto de vista del explotador, se llega a la conclusión de que la tecnología y los nuevos sistemas de gestión pueden hacer prescindible dicho espacio. Las operaciones que realiza el usuario en el vestíbulo están relacionadas con la adquisición

## CRECIMIENTO DE LA RED DE METRO DE MADRID



de billetes y la cancelación de estos a través de la línea de torniquetes. Los modernos sistemas automáticos de ventas de billetes mediante máquinas cada vez más fiables y más simples de utilizar por los viajeros, con posibilidades más abiertas de la forma de pago, unidos a los nuevos sistemas de control del peaje a distancia harían innecesario el vestíbulo. Las máquinas podrían ser ubicadas en los andenes.

Por otra parte toda la gestión de la estación podría ser realizada a distancia desde un puesto central que supervisara la situación de las estaciones y que incluso pudiera telemandar los distintos elementos de la misma. Desde este puesto central y a través de una potente red de comunicaciones puede establecerse también la atención inmediata a los usuarios mediante comunicación audiovisual simultánea con los mismos.

La estación futura podría así simplificarse al máximo. Desde el nivel de calle se accedería directamente al nivel de andenes, que podría estar situado a tan solo 6 metros de profundidad. Se habría alcanzado así el diseño de estaciones con el nivel máximo de accesibilidad y con la máxima facilidad para ser

desalojadas en condiciones de emergencia. Esta disposición traería a su vez como consecuencia un abaratamiento enorme no solo en los costes de obra civil de las estaciones sino también en su equipamiento y en el mantenimiento de las mismas.

A nivel de andenes, la tendencia parece indicar que cada vez se diseñaran más amplios y con pantallas transparentes continuas a lo largo de los bordes de las plataformas. Los sistemas de información al viajero serán cada vez más potentes y los sistemas de ayuda a personas con algún tipo de invalidez serán cada vez más efectivos.

En cuanto a los materiales de revestimiento de las estaciones no es difícil de prever que se contará con elementos cada vez más fáciles de instalar y mantener y con mejores propiedades antivandálicas.

Pero quizá el mayor reto que presenta el futuro a Metro de Madrid en el ámbito de las estaciones es como adaptar las antiguas, sobre todo las construidas en la primera parte del siglo, a los nuevos niveles de calidad en el servicio que el usuario demanda hoy en día. ■