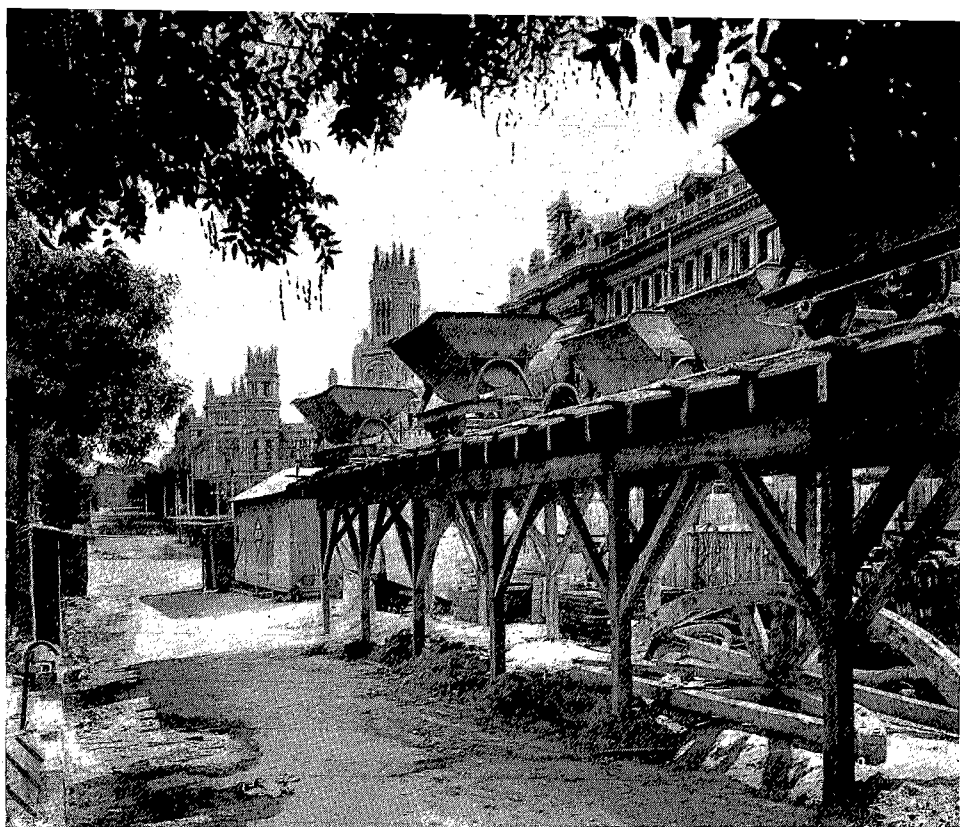


El Metropolitano de Madrid

por
MIGUEL OTAMENDI,
Ingeniero de Caminos.



Año 1923. Pozo de trabajo frente al Banco de España.

I. Su historia.

EL problema de establecer rápidas y económicas comunicaciones en las grandes ciudades es, sin duda, uno de los más importantes que pueden presentarse al Ingeniero, pues de su feliz o desacertada resolución depende en gran parte el desarrollo y prosperidad de las poblaciones.

A medida que la Humanidad ha progresado, han tendido los habitantes a agruparse, a concentrarse, formando ciudades cada vez más populosas, y siempre el engrandecimiento de las naciones se ha reflejado en la importancia de sus capitales: Londres, Nueva York, París, han sido las muestras más convincentes del poderío del Imperio Británico, de la colosal actividad de los Estados Unidos, de la riqueza y el arte del pueblo francés.

En estas grandes agrupaciones urbanas se ve siempre: 1.º, un sector central de máxima actividad con las oficinas, hoteles, bancos, teatros, etcétera, que constituye el casco antiguo de la población, y como tal, sus calles son estrechas y sus plazas mezquinas para la intensidad de su circulación; 2.º, un sector, que envuelve el anterior, de calles más anchas, más modernas, habitado por la bur-

guesía y clase media; y 3.º, la zona exterior, para las clase más modestas.

Por ley de vida, tan inmutable como la ley física de las densidades, cada habitante se establece en el sector que socialmente le corresponde, y todos los días, para ganarse el sustento, debe trasladarse de uno a otro sector. Mientras las distancias no han sido grandes, estos recorridos, sin gran fatiga, se hacían perfectamente a pie; ya en el último tercio del siglo pasado, al extenderse las poblaciones no bastaban los tranvías de tracción animal, y apareció oportunamente el tranvía eléctrico, y después el autobús. Pero las distancias a recorrer cada vez eran mayores y el tráfico, por su creciente intensidad, exigía mayor número de vehículos, que al lanzarlos al torrente circulatorio atascaban y obstruían las calles y empeoraban el problema, en vez de mejorarlo. Era indispensable crear nuevos medios de locomoción.

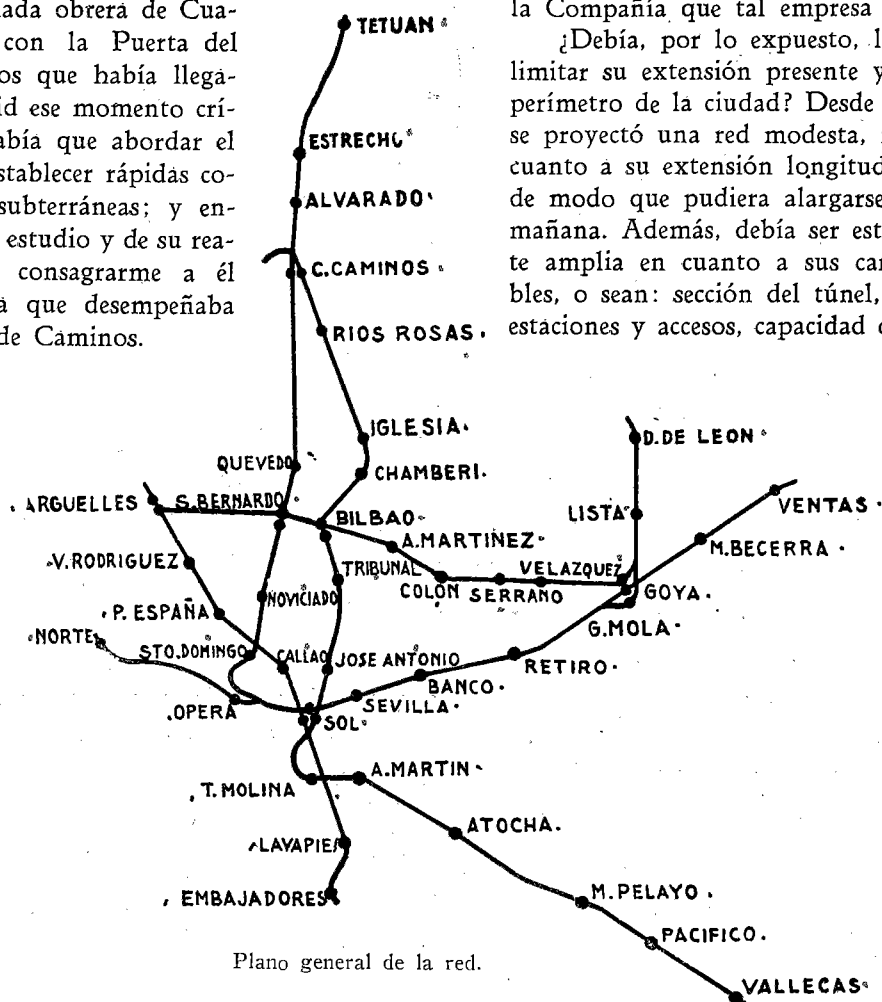
Pues bien: a este momento crítico del proceso de circulación que se acaba de describir llegó, en primer término, Londres, y hará unos setenta años construyó el primer ferrocarril subterráneo, o metropolitano, propiamente dicho, y gradual y paulatinamente fueron llegando a él París, Berlín,

Nueva York, etc., con soluciones en túnel o en viaducto.

El año 1914 los Ingenieros de Caminos González Echarte, Mendoza y yo, por sugerencia de Mendoza, que nos propuso el estudio de un ferrocarril subterráneo que enlazase la populosa barriada obrera de Cuatro Caminos con la Puerta del Sol, entendimos que había llegado ya a Madrid ese momento crítico en que había que abordar el problema de establecer rápidas comunicaciones subterráneas; y encargado de este estudio y de su realización, para consagrarme a él dejé la cátedra que desempeñaba en la Escuela de Caminos.

estaciones terminales de los ferrocarriles y la topografía de nuestra capital, se llegaba fatalmente a la solución de una red metropolitana a gran profundidad y se condenaba a esta eterna molestia a los madrileños que fueran a hacer uso de ella, y se condenaba también, muy probablemente, a la ruina a la Compañía que tal empresa acometiere.

¿Debía, por lo expuesto, la red metropolitana limitar su extensión presente y futura al reducido perímetro de la ciudad? Desde luego, no. Por ello, se proyectó una red modesta, mezquina quizás en cuanto a su extensión longitudinal, pero dispuesta de modo que pudiera alargarse, estirarse el día de mañana. Además, debía ser esta red suficientemente amplia en cuanto a sus características inmutables, o sean: sección del túnel, dimensiones de sus estaciones y accesos, capacidad de tráfico, etc.



Plano general de la red.

Algunos prestigiosos compañeros nuestros habían estudiado, y solicitado antes que nosotros, concesiones de líneas subterráneas en Madrid, una de las cuales remontaba a 1894, o sea a veinte años de anterioridad, pero ninguna había sido adjudicada. En mayo de 1914 quedaba presentado en el Ministerio de Obras Públicas el proyecto de una red subterránea de 14 kilómetros de longitud. Como concepto fundamental, se desechó la idea de que a través de ella pudieran circular los trenes de las grandes líneas ferroviarias, pues esto exigía aumentar considerablemente la sección del túnel, y la estrechez de las calles de Madrid era obstáculo insuperable; además, dadas las cotas de las actuales

Consecuencia lógica de este criterio fué el trazado de la red que se solicitó, que constaba de cuatro líneas.

Línea núm. 1. — Norte-Sur, de Cuatro Caminos a Sol y Progreso, para continuar, en su día, por Antón Martín y Atocha, hasta el Puente de Vallecas. Por las razones expuestas, sus estaciones terminales de Cuatro Caminos y Puente de Vallecas se proyectaron de modo que se pudiese prolongar esta línea tanto hacia el Norte como hacia el Sur. Además, sus estaciones de Sol y Bilbao quedaban preparadas para el cruce, con las líneas número 2 y número 4, respectivamente.

Línea núm. 2. — Este-Oeste. Su ramal Este va a lo largo de la calle de Alcalá, desde Sol hasta Goya, para continuar en lo futuro a Ventas, y su ramal Oeste sirve la zona de la calle Ancha hasta Quevedo, para llegar más tarde a Cuatro Caminos. Las dos líneas, número 1 y número 2, cruzan normalmente en Sol, a distintas alturas.

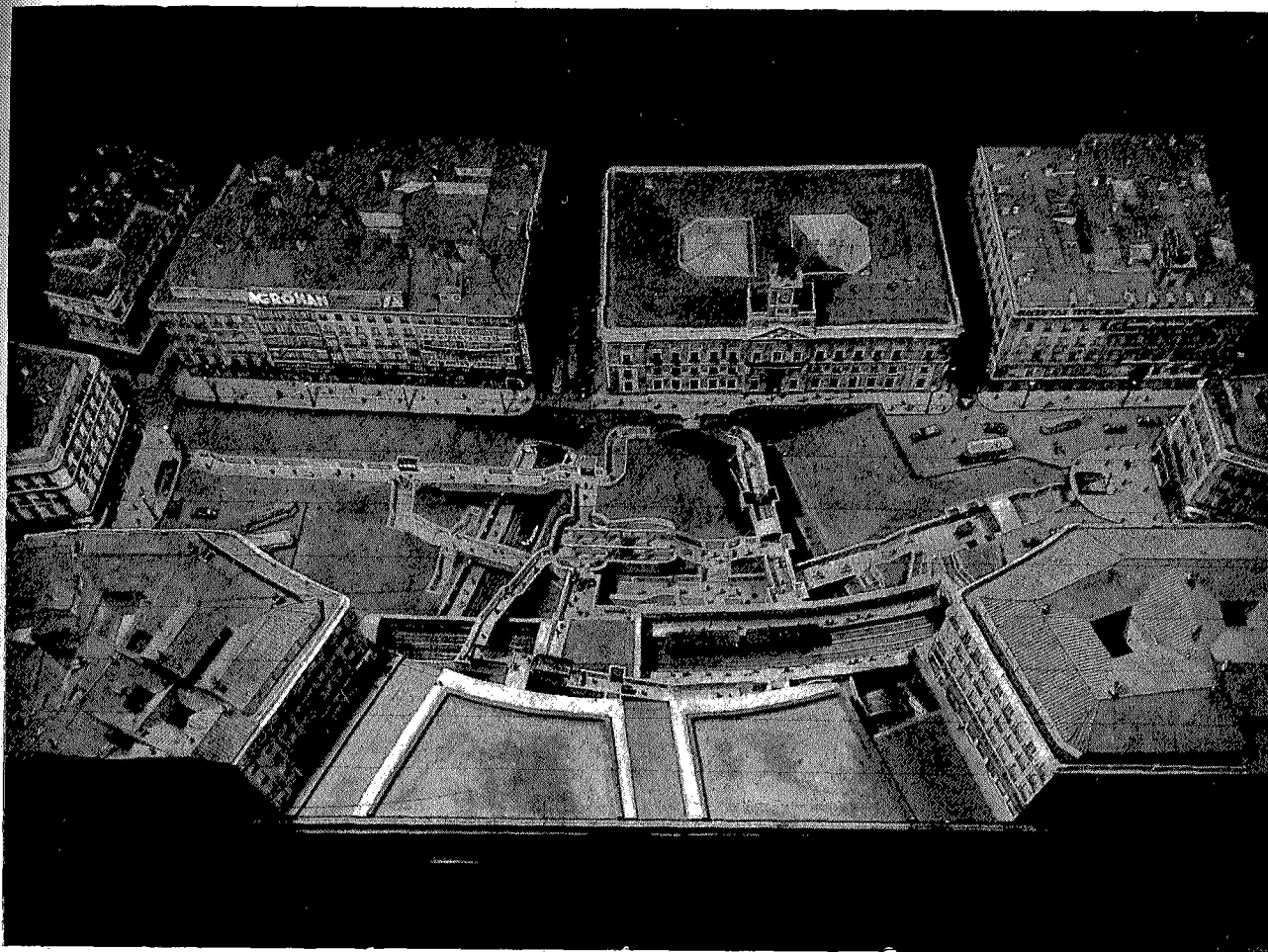
Línea núm. 3. — Ramal desde la calle de Alcalá al barrio de Salamanca, que primitivamente se proyectó por Serrano y se construyó, después, a lo largo de la calle de Torrijos (hoy Conde de Peñalver), vista la importancia creciente de esta zona y de los barrios de la Guindalera y Prosperidad.

Línea núm. 4. — A lo largo de los Bulevares y calle de Goya, cruzando Madrid en dirección Oeste-Este, desde Argüelles hasta el encuentro de las calles de Goya y Alcalá.

En el proyecto se estudiaron concienzudamente las reposiciones de alcantarillas, colectores, galerías y tuberías del Canal de Isabel II, etc., que son de gran importancia, pues se adoptó como base esencial del trazado que éste fuese lo más superficial posible.

La tramitación de la concesión fué muy laboriosa, pues hubo fuertes oposiciones, no sólo por parte del Ayuntamiento, sino de otras entidades y de los peticionarios antes mencionados. Todo se venció gracias al tesón con que, dentro del Ministerio de Obras Públicas, defendió el proyecto nuestro inolvidable y malogrado compañero D. Antonio Valenciano, maestro indiscutible de la legislación ferroviaria, cuyo acierto en este asunto quedó patentizado con el fallo favorable que dictó el Tribunal Supremo, confirmando en todas sus partes la concesión.

Otorgada ésta el 12 de enero de 1917, después

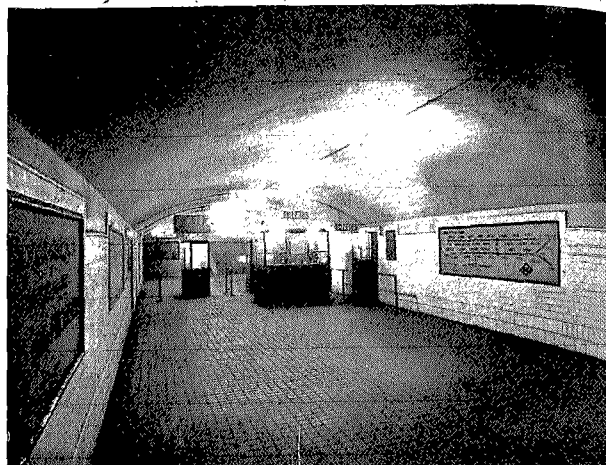


La Puerta del Sol con sus tres estaciones y accesos.

de dos años y medio de tramitación, quedaba por vencer el último y principal escollo: el de encontrar el capital inicial, de ocho millones de pesetas, para acometer la construcción de la línea número 1, en su trozo Sol-Cuatro Caminos, de 3,6 kilómetros de longitud. Después de la negativa de los Bancos convocados al efecto, que juzgaron el proyecto interesante, pero "premature", manera elegante de darle calabazas financieras, se consiguió que el director del Banco de Vizcaya, D. Enrique Ocharan, garantizase la mitad de su capital; y cuando se desesperaba de encontrar en Madrid la otra mitad, surgió el rasgo patriótico de S. M. el Rey Don Alfonso XIII, colaborador entusiasta de cuantas empresas tendían al resurgimiento nacional, suscribiendo un millón de pesetas.

El mes de julio de 1917 se instalaba el primer pozo de trabajo en la Puerta del Sol, y en su valla coloqué un letrero que decía: "Inauguración de la línea número 1, Norte-Sur, octubre 1919"; y, efectivamente, el día 17 de octubre de 1919 se celebraba con toda solemnidad la inauguración oficial de la línea Sol-Cuatro Caminos, asistiendo al acto la Familia Real y el Gobierno.

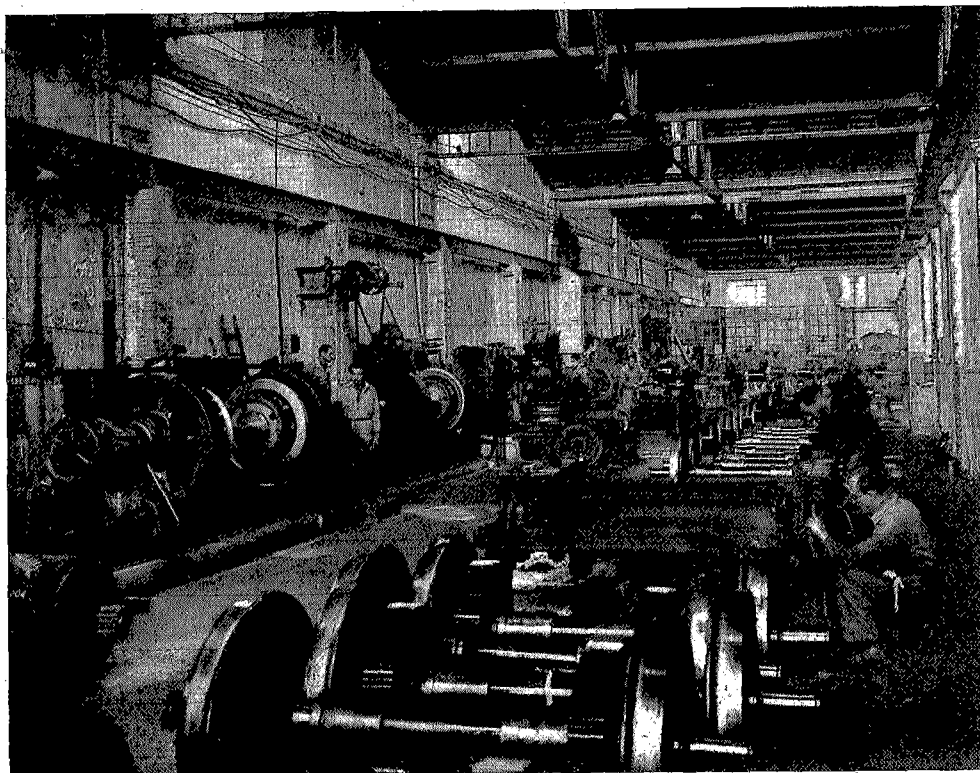
El éxito financiero que desde el primer momento tuvo el Metropolitano, debido a la utilidad del servicio que al vecindario presta, trajo como conse-



Nuevo acceso en la Puerta del Sol, inaugurado en 1943.

cuencia la construcción de nuevos ramales, que sucesivamente fueron añadiéndose a la primera línea, en forma tal que no sólo se ha ultimado totalmente la primitiva red y superado las ampliaciones allí previstas, sino que se ha construido el ramal Opera-Estación del Norte y se ha atendido, además, a la zona de los barrios bajos enlazándola con la Puerta del Sol, en donde se ha construido una tercera estación.

En el adjunto cuadro se indican el incremento



Talleres de Cuatro Caminos.
Sección de ejes montados.

gradual de la red, que alcanza hoy la longitud de 25 963 metros, y las fechas de inauguración de los diferentes trozos, que tuvieron lugar en los plazos previamente fijados al comenzar las obras:

LÍNEAS	Fecha de inauguración	Longitud metros
N.º 1. — Cuatro Caminos-Sol.	17 Oct. 1919	3.598
Sol-Atocha.	26 Dic. 1921	1.808
Atocha-Vallecas. . .	8 May. 1923	2.297
N.º 2. — Ventas-Sol.	16 Jun. 1924	3.816
Sol Quevedo.	21 Oct. 1925	2.238
Ramal Ópera-Norte.	26 Dic. 1925	1.059
N.º 1. — Cuatro Caminos-Te- tuán.	6 Mar. 1929	1.741
N.º 2. — Quevedo-Cuatro Ca- minos.	10 Sept. 1929	1.463
Goya-Diego de León.	17 Sept. 1932	1.120
N.º 3. — Sol-Embajadores . .	8 Agt. 1936	1.466
Sol-Argüelles. . . .	16 Jul. 1941	1.923
Longitud total de la red en.	31 Dic. 1943	22.529
N.º 4. — Argüelles-Goya por Bulevares	24 Mar. 1944	3.434
Longitud total de la red en 1944. .		25.963

Hoy, al recordar, a treinta años de distancia, la intensa labor realizada y el enorme desarrollo que ha adquirido el Metropolitano madrileño, al que desde entonces he dedicado todas mis actividades profesionales, y contemplar el porvenir que ante él se presenta para contribuir al engrandecimiento de Madrid, creo oportuna esta breve historia, para hacer resaltar cómo empresas de esta importancia no pueden ser obras de una sola persona, sino que son fruto de una activa colaboración.

II. Descripción de las instalaciones.

Dado el carácter de este artículo y el poco espacio disponible en la REVISTA, no es posible entrar en la descripción detallada de cuantas instalaciones integran el Metropolitano madrileño. Para dar idea de su importancia, diremos que hoy cuenta con 26 kilómetros de red, en cifras redondas; con 42 estaciones, de las cuales, las de Sol y Goya son triples y las de Cuatro Caminos, Bilbao, Ópera, Argüelles y San Bernardo son dobles; elevándose el capital de la Empresa a 198 000 000 de

pesetas, a las que hay que añadir 30 000 000 de pesetas en obligaciones.

Por otra parte, en varios artículos que con mi firma aparecieron en esta REVISTA, el primero de los cuales remonta al año 1918, y en los folletos que redacté y se publicaron con motivo de la inauguración de varias de sus líneas, del Congreso Internacional de Ferrocarriles celebrado en Madrid en el año 1930 y de la inauguración de la línea de Bulevares en marzo último, encontrará el curioso lector datos detallados.

Por eso, me limitaré a hacer un breve resumen de las características esenciales:

La vía es del ancho internacional de 1,445 metros, adoptada también por los tranvías de Madrid, y está constituida por carriles de 45 kilogramos de peso por metro lineal, tipo M. Z. A. y 18 metros de longitud, que a través de placas de asiento descansan, por lo general, sobre traviesas de roble, y éstas sobre balasto. Todo el trazado es de doble vía, y la sección del túnel tiene capacidad para que por ella circulen los coches de 2,40 metros de anchura, con toma de corriente aérea.

La pendiente máxima es del 5 por 100, y en el trazado general se ha dado primordial importancia, como antes se indicó, a que las estaciones sean lo más superficiales posible, para mayor comodidad de los viajeros. Todas se hallan en un tramo horizontal, y su longitud es de 60 metros, con andenes de tres o cuatro metros de anchura, según su importancia.

Por cierto que ha habido algunos críticos *a posteriori* que censuran el que no se hubiesen hecho más largas para aumentar la longitud de los trenes.



Línea de los Bulevares. A un lado se ve la tubería del Canal, y al otro, el túnel del Metro, construido a zanja abierta.



Estación terminal de Argüelles.

Se olvidan los tales, que el año 1917 se tachaba de locura la idea de construir un metropolitano en Madrid de las dimensiones del que se proyectó y que, dada la estrechez y angostura de las calles y plazas de la capital, ha sido difícilísimo, en ocasiones, encajar en ellas su trazado. En la Puerta del Sol, por ejemplo la estación número 1 Norte-Sur, con sus 60 metros, ocupa totalmente desde el arranque de la calle de la Montera hasta el de la calle de Carretás.

¿Qué hubieran dicho los financieros que calificaron de "prematura" la red presentada si en el proyecto aparecen estaciones de 75 ó 90 metros de longitud, construidas, en parte, debajo de los inmuebles de la Puerta del Sol? Para tranquilidad de estos pesimistas que juzgan agotada ya en algunos trozos de la red actual su capacidad de tráfico, bastará decir que aun puede incrementarse bastante, cuando se disponga de más material móvil, con sólo reforzar el sistema de señales, aumentando la frecuentación de los trenes. Además, siempre queda el recurso de construir otras líneas de descongestión, como se ha hecho ya en el trozo Sol-Bilbao-Cuatro Caminos, que se descongestionó notablemente al entrar en servicio el trozo Sol-Quevedo-Cuatro Caminos; como se ha hecho igualmente con la línea de los Bulevares, que al crear nuevos enlaces ha aliviado el transbordo en Sol; etc., etc.

Después de esta pequeña digresión continuaremos nuestra descripción, indicando que en la ejecución de las obras se han presentado innumerables dificultades, debidas a los inesperados obstáculos que surgen en el subsuelo de una gran ciudad, y a la infinidad de servicios que es preciso destruir y reponer, sin interrupción de los mismos, pues son vita-

les para la población. Así, en la Puerta del Sol los viajeros que acuden hoy a sus tres estaciones y recorren los vestíbulos y galerías de enlace que ocupan la totalidad de tan amplia plaza en plantas a distintas alturas, no se forman idea de los servicios que ha sido preciso reponer para dejar libre el campo a esta nueva ciudad subterránea allí creada.

En la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS del mes de marzo de 1944, nuestro compañero, el Ingeniero de Caminos D. Mariano Calzada, Subdirector de la Compañía, que está al frente de los trabajos de proyectos y construcción, publicó con detalle las obras de reposición de los grandes colectores de aguas residuarias que la línea de los Bulevares ha exigido en su paso por la Plaza de Colón.

En cuanto a las instalaciones eléctricas de la vía, ocupan preferente lugar las referentes a las señales de seguridad, que en la primera línea fueron de pedal y se sustituyeron luego por las más perfectas de circuito de vía.

Hay, además, en algunas estaciones del trayecto, relojes eléctricos registradores de intervalos de tiempo entre trenes, de gran utilidad para mantener la regularidad del servicio.

En las estaciones de Cuatro Caminos, Goya y Sol se han dispuesto enclavamientos del tipo más moderno, especialmente en Sol número 2. Nuestro compañero D. Mariano Nuez, Subdirector también de la Compañía, publicó en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS del mes de mayo de 1942 una detenida descripción de los mismos.

El material móvil consta de 105 coches motores y 103 coches remolques, con apertura y cierre



En primer término, cochera y taller subterráneos de Argüelles, y al fondo, enlace telescópico con dicha estación.

automático de puertas, y su longitud subió de 11,75 metros en los primeros coches a 14,30 en los más modernos, que van provistos de cuatro puertas por cada lado. Los coches motores llevan cuatro motores de 110 caballos cada uno; los equipos de maniobra, del sistema de unidades múltiples, son electroneumáticos.

La Compañía tiene dos grandes talleres y cocheras en Cuatro Caminos y Ventas, siendo la primera la de más importancia. Además, dispone, junto a la estación de Argüelles, de unas cocheras y talleres subterráneos para servicio complementario de la línea de Bulevares.

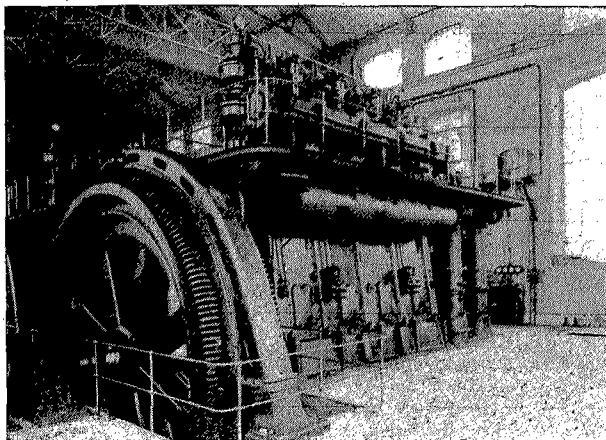
Tres subestaciones, situadas en los barrios de Pacífico, Salamanca y en el de Chamberí, junto a la Glorieta de Quevedo, transforman la corriente trifásica a 15 000 voltios, suministrada por la Unión Eléctrica Madrileña e Hidroeléctrica Española, en corriente continua a 600 voltios para la tracción, por medio de conmutatrices o rectificadores, cuya capacidad total suma 18 600 kw. Cada subestación tiene su correspondiente batería de acumuladores. Un doble cable de enlace a 15 000 voltios entre estas tres estaciones garantiza el suministro de energía.

La Compañía posee además, en la subestación de Pacífico, una Central térmica de reserva de motores Diesel de 3.000 kw. de potencia, que está siendo de gran utilidad en estos momentos de extraordinaria sequía y consiguientes restricciones de suministro.

III. Transporte y urbanismo.

En el Metropolitano madrileño, que en el primer año de 1920 transportó 14 627 466 viajeros por su línea de 3,598 Km., ha circulado en el año de 1943 la enorme cifra de 281 211 160 viajeros a través de su red de 22,529 Km. El número de viajeros por kilómetro ha subido, pues, de 4 050 000 en 1920, a 12 400 000 en 1943, cifra que no ha sido alcanzada hasta hoy por ningún metropolitano extranjero. En el año en curso de 1944 se espera llegar en total a 325 000 000 de viajeros.

Este resultado demuestra la utilidad creciente que presta al vecindario, gracias a las sucesivas ampliaciones de la red, que van así extendiendo su beneficioso influjo a nuevas barriadas. Cada línea que se inaugura repercute al mismo tiempo favorablemente en las antiguas, ya que desde las estaciones de éstas, los viajeros pueden trasladarse a nuevos núcleos de la ciudad.



Central de reserva con tres motores Diesel de 3 000 kw. de capacidad total.

Por ello es importantísimo, a mi juicio, al iniciar los estudios de un Metropolitano, hacerlo con una visión de conjunto, con un plan orgánico que prevea desde el primer momento sus futuros desarrollos. Esto es lo que se ha hecho en Madrid, y a ello atribuyo principalmente su éxito. Poblaciones como Londres, por ejemplo, cuya red subterránea, en forma de tubo, la construyen fragmentariamente diversas empresas independientes, que no se ponen de acuerdo ni siquiera en adoptar el mismo diámetro para aquél, imposibilitando la libre circulación de su material móvil; el caso semejante de Barcelona, en el que uno de sus Metros se concibe como transporte urbano y el otro como ferrocarril de penetración, con anchos de vía y características totalmente diferentes, etc., demuestran los graves inconvenientes que esta falta de unidad en la concepción del plan de conjunto, acarrea fatalmente al crecer las poblaciones y tratar de establecer los medios de transporte adecuados.

En el Metropolitano de Madrid, gracias a esta previsión, gradualmente y sin dificultar alguna se ha ido extendiendo la red y podrá seguir atendiéndose a sus futuras necesidades sin modificar sensiblemente ninguno de los elementos esenciales primitivamente adoptados, a saber: sección del túnel y estaciones, disposición de sus accesos, vía, tensión de trabajo, señales de seguridad, tipo de material móvil, de sus equipos de maniobra y número y potencia de sus motores de tracción, subestaciones de transformación, etc. Todos estos elementos siguen siendo, en esencia, exactamente los mismos en las nuevas ampliaciones de la red, con las solas modificaciones de adaptar a ellos, como es natural, los progresos de la técnica en el transcurso de los años.

Es más: la organización administrativa de la Compañía, y la sección de estadística, de tan gran interés en las empresas de transporte, siguen sin la menor variación las normas adoptadas el primer día, pudiendo afirmarse que los impresos en que se recogen hoy los datos respectivos son del modelo entonces adoptado.

Los datos estadísticos de movimiento de viajeros se llevan desde la fecha de la inauguración en tal forma, que quedan registrados diariamente el número y clase de billetes de cada estación y su recaudación en cada uno de los cinco turnos horarios en que se divide el servicio, y estos datos quedan archivados en la Dirección de la Compañía a la mañana siguiente. Ellos sirven de base para la buena organización del servicio.

Por lo expuesto se ve que, debido a esta previsión inicial en el estudio del Metropolitano, Madrid cuenta hoy con 26 kilómetros de ferrocarril subterráneo. No hay en el mundo población de 1 300 000 habitantes con tan extensa red, que es, sin disputa, arma poderosa para poder resolver con acierto sus problemas de urbanismo.

Tan convencido he estado siempre de ello, que hace ya veinticinco años, poco después de comenzar sus trabajos el Metropolitano, elementos afines a esta Empresa, pero con completa independencia financiera de la misma, fundamos la Compañía Ur-

banizadora Metropolitana, para crear la gran barriada que desde la Glorieta de Cuatro Caminos se extiende hacia el Oeste, hasta la Ciudad Universitaria.

Los resultados a la vista están: a uno y otro lado de la amplia Avenida Reina Victoria se elevan innumerables edificaciones, y al fondo, el Parque Metropolitano, con su Stadium.

Para dar aún mayor vida a esta zona y contribuir a resolver la grave crisis de la vivienda, creamos los mismos elementos afines antes citados, y con igual independencia financiera, otra Compañía, la Inmobiliaria Metropolitana, y de la actividad ya desplegada se forma perfecta idea con sólo decir que iniciada el año 1935 con un capital de 1 000 000 de pesetas, y pese a la paralización de la época roja, tiene hoy un capital de 48 000 000 de pesetas.

Pues bien: es indudable que todo ello ha sido factible porque se había creado previamente el medio de transporte rápido y económico.

Y firme en este criterio, con la autoridad que me puedan dar mi experiencia y mis muchos años, invito a mis compañeros, en especial a los Ingenieros de Caminos, jóvenes, a que en los estudios de urbanismo, en los que tan capital importancia tienen los problemas de los transportes, dediquen a éstos preferente atención.

