

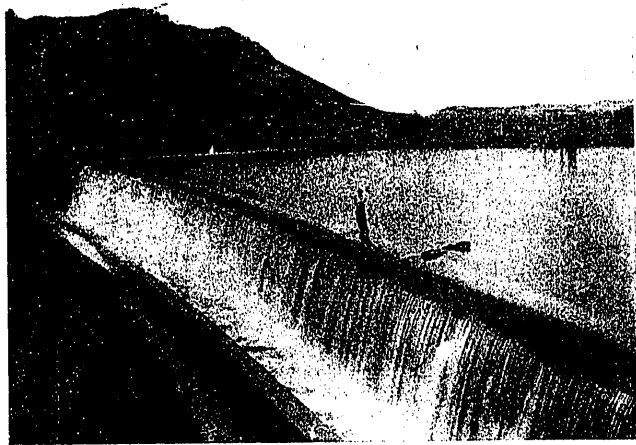
Abastecimiento de energía eléctrica en Madrid ⁽¹⁾

II

La Unión Eléctrica Madrileña se formó, en 1912, por la fusión de tres Compañías: la antigua Madrileña de Electricidad, que durante más de veinte años venía surtiendo al centro de la población con sus centrales de vapor, y que aportó estas centrales, ya algo antiguas, y sus magníficas redes de distribución; la Sociedad de Gasificación Industrial, que se fundó para explotar la fabricación industrial de gas con aprovechamiento de los subproductos y que no dió resultado por causas que no son del caso exponer; aportó su maquinaria, edificios y algunas redes importantes de alta tensión que poseía, así como los cables de distribución a 15 000 voltios que se utilizan hoy para abastecer a las centrales de transformación; finalmente, el salto de Bolarque fué aportado a la Unión Eléctrica por su propietario, el actual marqués de Urquijo. De este modo se constituyó la Sociedad, que, como se desprende de lo antes expuesto, resulta la más completa de las que abastecen a Madrid, pues cuenta con elementos propios para la producción y distribución de energía.

De todos estos elementos, el más importante es el salto de Bolarque, que está situado en la provincia de Guadalajara y término municipal de Almonacid de Zorita. Se aprovechan en él las aguas del Tajo en el punto de su confluencia con el Guadiela, su principal afluente por la margen izquierda. El salto natural, de unos 6 m, se aumentó hasta 30 mediante la construcción de una presa, la más importante de las obras que constituyen el salto; es una hermosa construcción de hormigón ciclópeo, con los paramentos de sillería labrada muy en toco, que producen excelente aspecto y armonizan perfectamente con el aspecto abrupto del paisaje. La piedra caliza de color rojizo empleada es de excelentes condiciones para la construcción y aparece en estratos de gran espesor, que atraviesan el valle y afloran en las dos laderas. Es, pues, el mismo banco el que ha servido para la cimentación de la presa y para proporcionar los materiales de su construcción. Las dimensiones de la obra son 300 m de longitud en la coronación y 25 de altura, con un espesor en la base de 22 y de 6 en la coronación, constituyendo ésta un magnífico paseo, por el que puede circular toda clase de vehículos. La presa tiene un aliviadero de superficie y dos desagües de fondo. El primero está formado por un muro de cerca de 200 m de longitud, situado en la margen izquierda del embalse. La lámina vertiente puede llegar a ser hasta de 1,60 m, y además, con el fin de aumentar el desagüe en las crecidas, que alcanzan a veces proporciones extraordinarias, se ha completado con dos compuertas, de 4 m de altura y 2,50 de ancho, accionadas por motor eléctrico. Los desagües de fondo, que, además de servir para la limpieza del pantano, constituyen un suplemento de desagüe importante durante las avenidas, están formados cada uno por un tubo de palastro embutido en el macizo de la presa y se cerraban por medio de una válvula de compuerta colocada en el

paramento de aguas arriba y accionada a mano. La maniobra de estas compuertas presentaba dificultades, sobre todo cuando el pantano llevaba mucho tiempo sin abrirse, por oxidación y acumulación del légamo, y, para remediarlo, se instalaron posteriormente nuevos cierres, que facilitan la maniobra de los antiguos. Estos cierres, suministrados por la Casa Escher-Wyss y Compañía, de Zurich, están formados, para cada desagüe, por una compuerta, alojada en un torreón de piedra adosado al paramento de aguas abajo de la presa y construido de modo que su aspecto esté en relación con el de la presa; la compuerta, accionada por un gato de aceite, comprimido mediante una pequeña homba, movida por un motor eléctrico, cierra el extremo del tubo de fondo; una tubería, de 30 cm de diámetro, en comunicación con el embalse, permite llenar de agua el

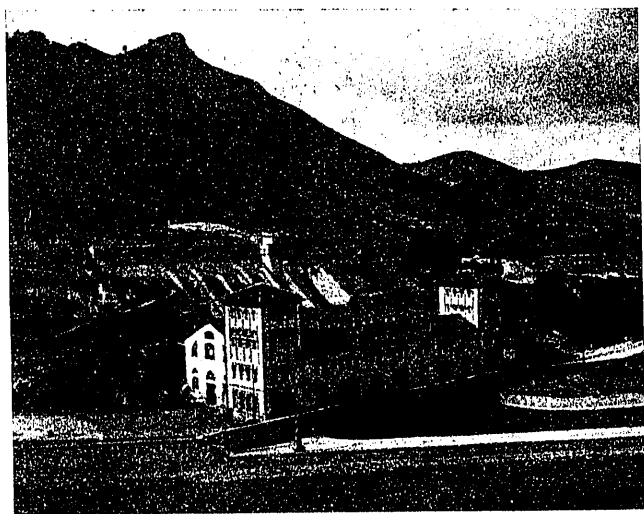


Salto de Bolarque: Presa vertedero.

espacio comprendido entre la nueva compuerta y la antigua y equilibrar las presiones en las dos caras de ésta; el embalse está de ordinario cerrado por la compuerta superior o antigua; y, para abrir, se empieza por bajar la nueva, después de limpiarla y engrasarla; inmediatamente se llena de agua el espacio comprendido entre las dos, con lo cual la superior se eleva fácilmente, pues no tiene que resistir empuje ninguno; finalmente se abre la nueva también sin dificultad, por estar acabada de bajar y perfectamente engrasada. Todas estas maniobras se realizan fácilmente en menos de una hora, haciéndose el cierre en orden inverso. Otros pequeños desagües tiene la presa, entre ellos uno colocado a la entrada del canal y destinado a arrojar los cuerpos flotantes, impidiendo su llegada a las rejillas. El remanso producido por la presa se extiende por los dos ríos Tajo y Guadiela, que confluyen 200 m más arriba de la misma, pero, por la desigual pendiente de los dos, la influencia del remanso llega en el Tajo hasta 13 km y sólo a 8 en el Guadiela. El paisaje en el embalse es sumamente abrupto y pintoresco, con las laderas formadas por rocas casi verticales y poblado de pinos y monte alto. Casi todo él corresponde a los horizontes superiores del cretáceo.

(1) Véase el número 2 396, pág. 12

De la presa arranca el canal principal, de poca longitud (600 m), pero de considerable sección transversal, pudiendo conducir hasta 60 m^3 por segundo. En la mayor parte de su longitud va sobre muros de



Salto de Bolívar: Depósito, tuberías y casa de máquinas.

fábrica, y sólo tiene un pequeño túnel, de unos 60 m. Está cerrado en su origen por tres grandes compuertas, de 6 m de altura, accionadas por motor eléctrico, y termina en el depósito distribuidor o cámara de carga, de donde parten las tuberías. Estas son seis, correspondientes cuatro a los cuatro grupos primitivos, con un diámetro cada una de 2,30 m; otra de 2,90 m, para el grupo nuevo, y otra, de 0,50' para los grupos de excitación. La longitud de cada una es de unos 40 m.

La central es de hermoso aspecto, por sus grandes dimensiones y sus sencillas líneas; su planta es de 55 m de largo por 15 de ancho. Los cuatro grupos primitivos son de 4 000 HP, y están formados cada uno por una turbina doble Francis, de eje horizontal, con regulador automático de presión de aceite acoplado a un alternador de 6 000 voltios. Las turbinas son de la Casa Briegleb-Hansen, de Gotha, y todo el material eléctrico de la Siemens Schuckert Werke, de Berlín. Las excitatrices son dos, de 200 kilowatios, acopladas a sus correspondientes turbinas, de 300 HP. La corriente producida a 6 000 voltios se eleva a 50 000 en la estación de transformación colocada en edificio completamente separado, que contiene también las salidas de las líneas con sus protecciones.

Posteriormente, y para atender a las necesidades, cada vez mayores, del mercado, se instaló un nuevo grupo de 5 500 HP. La instalación, que se hizo en plena guerra, y con grandes dificultades por lo tanto para la adquisición y llegada del material, fué hecha por las Casas Escher-Wyss y Compañía y Brown-Boveri y Compañía. El transporte desde el ferrocarril fué verdaderamente complicado, pues obligó a llevar por caminos de muy malas condiciones piezas hasta de 15 toneladas.

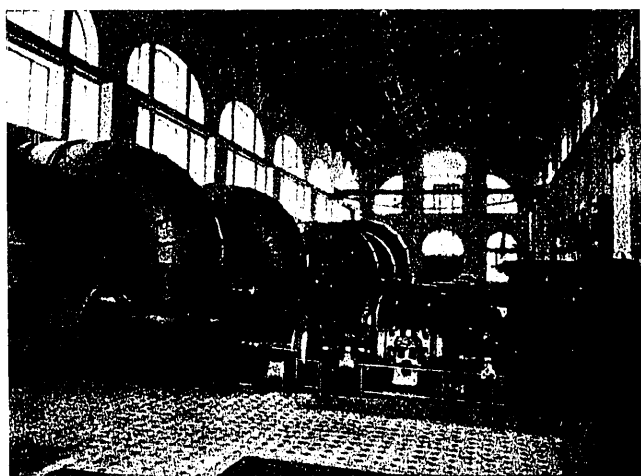
El salto de Villalba, de que se dispondrá también en breve, está situado en el Júcar, en la provincia de Cuenca, quedando la central a 23 km aguas arriba de la capital. La obra constará de una presa de embalse capaz para regularizar por completo el caudal medio del Júcar, un primer trozo de canal para con-

ducir las aguas a un embalse regularizador del caudal diario y semanal, construido en la laguna natural existente en el pueblo de Uña; el canal industrial propiamente dicho, de cerca de 15 km de longitud, muy interesante, por las dificultades que su construcción ha presentado, y las importantes obras que ha exigido para salvarlas; un amplio depósito regulador, de unos 15 000 m^3 , al final del mismo; dos tuberías de presión, de 600 m de longitud y 150 de carga, con diámetros decrecientes desde 1,90 hasta 1,50 m, y la casa de máquinas, formada de dos edificios adosados, uno para sala de turbinas, dispuesto para recibir tres grupos, uno de ellos de reserva, de 7 500 HP cada uno, y el otro para toda la instalación de transformación, protecciones, barras y salida de dos líneas a 85 000 voltios. Las obras hidráulicas están muy adelantadas, y se está empezando el montaje de la maquinaria y tuberías.

El salto de Villalba se unirá al de Bolívar por dos líneas a 85 000 voltios y una telefónica. Una de las primeras y ésta están ya terminadas, utilizándose provisionalmente la primera para enviar fuerza a las obras. En Bolívar se construye un edificio destinado al acoplamiento de ambas centrales, que marcharán de ordinario en paralelo.

Desde Bolívar a Madrid existen dos líneas para la conducción de la energía eléctrica producida por el salto; están situadas en postes metálicos independientes, permitiendo así que pueda trabajarse en la reparación de una mientras la otra está en servicio y reduciéndose de este modo a un mínimo las interrupciones. Para facilitar estas reparaciones, se han instalado además en los zócalos de los postes depósitos de material, cuya utilidad la práctica ha puesto de manifiesto.

La subestación receptora de Madrid está situada en el Cerro de la Plata, y es un edificio semejante al de transformadores de Bolívar. En él están los transformadores de 50 000 a 15 000 voltios y otros que rebajan de 15 000 a 3 000 para alimentar un

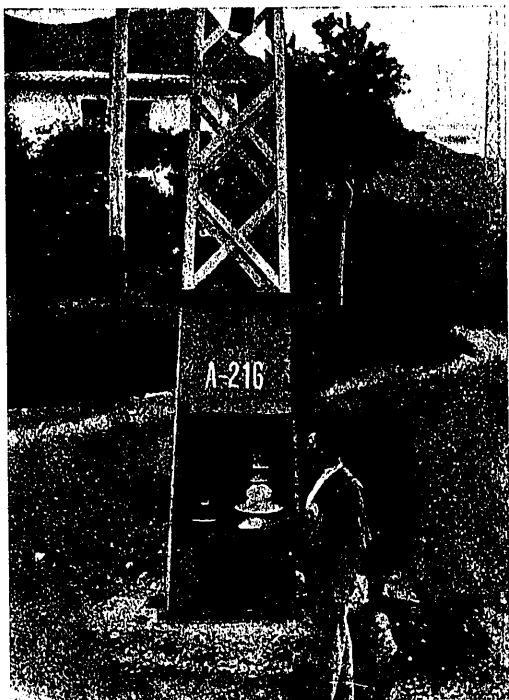


Salto de Bolívar: Interior de la Central

corto número de líneas de esta tensión. Del Cerro de la Plata parten las líneas aéreas de contorno que rodean a Madrid por la parte Nordeste y Sur, alimentando todas las fábricas existentes en el contorno. Las del Sur singularmente, que siguen el recorrido de la línea férrea de circunvalación, suminis-

tran flúido a gran número de fábricas que están situadas en esta zona por su proximidad al ferrocarril. Otras líneas parten también del Cerro de la Plata; una de ellas está especialmente dedicada al suministro de la estación y talleres de M. Z. A. Otra se dirige a Vallecas, prolongándose hasta la Azucarera de la Poveda y proporcionando flúido a varias instalaciones de riego en la vega del Jarama. Otra, por Carabanchel, se prolonga hasta Navalcarnero y otros pueblos del lado Oeste de Madrid. Otra, pasando por Villaverde, va hacia el Sur, y abastece a varios pueblos de la provincia de Toledo. Y, finalmente, otra conduce el flúido a la Fábrica de Cementos Hispania, en Yeles, suministrando al paso corriente a Pinto, Valdemoro, Ciempozuelos y a varias fábricas, y se ha prolongado recientemente hasta Aranjuez, desde donde se extenderá a otros puntos.

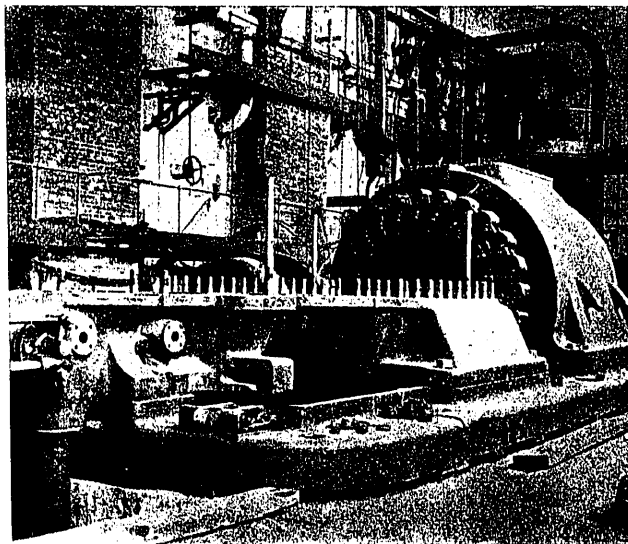
Además de las líneas aéreas ya mencionadas, que, como se ve, están dedicadas exclusivamente a abastecer al mercado industrial y al alumbrado de los pueblos, parten del Cerro de la Plata las líneas subterráneas destinadas al alumbrado de Madrid. Estas líneas son dos, pero no independientes, sino unidas en su extremo, formando un circuito cerrado y recorriendo todas las centrales de vapor hoy convertidas en subestaciones de transformación, quedando sólo las máquinas antiguas como reserva para las interrupciones del salto y los estiajes. De estas centrales, las más importantes son: Mazarredo, situada en la calle de este nombre, al lado de la de Segovia; Norte, junto al paseo de Luchana; Mediodía, en el Prado, y Espuñes, en la calle de Goya. Todas ellas



Salto de Bolarque: Depósito de material en las columnas de la línea de transporte.

conservan su equipo completo de vapor y, además, contienen la instalación de transformación constituida por la entrada de la línea subterránea de 15 000, transformadores reductores de 15 000 a 6 000 ó 3 000 voltios y los grupos convertidores, formados por motores de corriente alterna a 6 000 ó 3 000 voltios,

que accionan dinamos de corriente continua dispuesta para distribución trifilar a 120 voltios cada puente, o sea un total de 240 entre hilos extremos. Todas estas centrales disponen asimismo de importantes



Tuboalternador de 10 000 HP, en montaje

baterías de acumuladores, siendo la mayor la de Mazarredo, capaz de producir una descarga de 16 000 amperios hora, y tal vez la mayor de España. Todas ellas son procedentes de la Casa Tudor. En la central Norte existe la instalación para abastecer al Metropolitano Alfonso XIII. Es análoga a la de alumbrado, sin más diferencia que la corriente producida por las conmutatrices lo es a la tensión de 600 voltios. Los feeders de alimentación salen por una galería subterránea que afluye a la principal del Metropolitano.

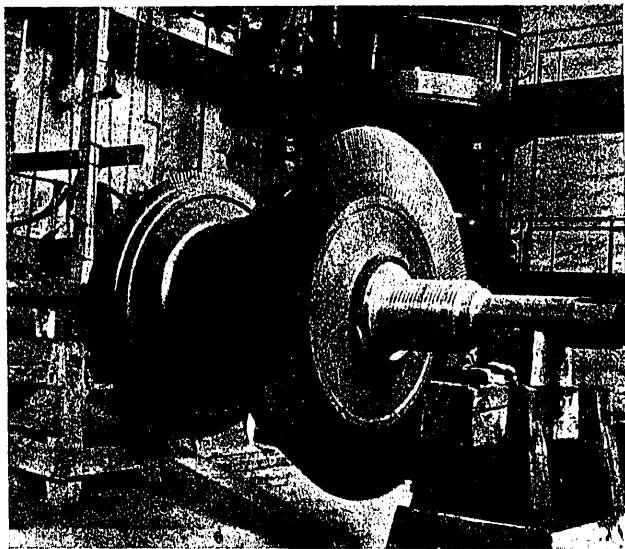
Recientemente, y para atender a las necesidades, siempre crecientes, del consumo, se están realizando importantes reformas y ampliaciones en las antiguas centrales. La principal ha sido la de Mazarredo, donde se han desmontado las antiguas máquinas de vapor, que databan de 1890. En su lugar se ha montado una turbina de vapor Brown-Boveri, de 10 000 caballos, a 3 000 vueltas por minuto, que ya funciona, y se está terminando de montar otra unidad igual. Las calderas correspondientes son suministradas por la Sociedad Babcock Wilcox y construidas en sus talleres de Galindo (Bilbao); son del tipo marino, con economizador y recalentador sobre la misma caldera, tiro forzado y cargadores mecánicos. Con esta instalación se ha conseguido producir el kilowatio hora con un consumo inferior al kilogramo de carbón. La central ha exigido una importante instalación de condensación, con una torre de enfriamiento de hormigón armado y madera y tiro forzado, de grandes proporciones; esta central se hace marchar en paralelo con la de Bolarque con completo éxito.

Como consecuencia del aumento en las redes de continua, ha habido que ampliar también las instalaciones de conversión, y actualmente se montan, también en Mazarredo, dos grupos convertidores, formados de motor síncrono y dinamo, cada uno de 2 000 kilowatios. También está en estudio el montaje de otro análogo en la central Mediodía. Además

está en proyecto, a realizar muy en breve, la transformación completa de la central de Espuñes, que abastece al barrio de Salamanca, construyendo nuevo edificio, aumentando la instalación de transformación en corriente continua y dotándola de batería de acumuladores.

La red de alumbrado se extiende por todo Madrid, y está alimentada desde cada central por un número variable de feeders, que empalman con la red en las cajas situadas en diversos puntos. Las redes procedentes de las centrales de Mazarredo, Norte y Mediodía no son independientes, sino que están acopladas, consiguiéndose así que, a las horas de poca carga, por ejemplo de madrugada, pueda dar servicio una sola central, mientras paran las otras para limpieza, descansos, etc.

Se puede también tener siempre acoplada a la red alguna de las baterías mientras se cargan las otras,



Rotor de la turbina de 10.000 HP.

con lo cual nunca llega a producirse la falta de luz aunque paren los grupos convertidores por averías en los saltos. Como las baterías son capaces de dar el alumbrado total durante más de una hora, es posible, antes de que se agoten, poner en marcha las instalaciones de vapor si la interrupción de la fuerza hidráulica es de más tiempo del indicado.

El constante aumento de consumo ha obligado a reforzar notablemente los alimentadores, tanto de alta tensión como de baja. Se han aumentado recientemente los cables de 15 000 voltios procedentes del Cerro de la Plata e instalado nuevos feeders de corriente continua, a fin de que la tensión en todos los puntos de la red se ajusten a lo dispuesto por las corporaciones oficiales.

La instalación de todas las oficinas de la Sociedad se hizo recientemente en casa construida a propósito en la Gran Vía, reuniendo en ella todos los servicios. Uno de los más importantes es el de laboratorio y taller de contadores, destinado a reparar y compro-

bar éstos, lo que ocupa uno de los pisos de la casa. La planta baja está destinada a los servicios destinados al público, ocupando el principal las dependencias destinadas a Dirección y Consejo de Administración.

No terminaremos estas noticias sin dar cuenta de las instituciones sociales que, para el mayor bienestar del personal, ha implantado y continúa estudiando la Dirección de la Empresa que nos ocupa. Son éstas la Cooperativa de consumo, que surte al personal de toda clase de artículos, formando parte de la misma una panadería, instalada en una de las fábricas; la Caja de previsión, destinada a fomentar el ahorro y a protección del personal, y la de Pensiones, cuyo objeto es proporcionar auxilios al personal que queda inútil, ya por su edad o por accidentes. Con el fin de que entre el personal y la Dirección haya siempre la mejor armonía y ésta se entere de las aspiraciones de aquél, existe una Comisión de Informe y Conciliación, formada por empleados y obreros, que sirve a la Dirección de organismo consultivo para todos los asuntos relacionados con el personal.

También se ha fundado una Cooperativa de casas baratas, habiéndose inaugurado recientemente el primer barrio, ocupado por personal de la Sociedad.

Finalmente, en el mismo edificio social, se han instalado clases nocturnas para los hijos de los empleados, estando a cargo de los que voluntariamente se prestan a ello.

Tal es, a grandes rasgos, la organización de la Unión Eléctrica Madrileña. Se ve, por lo expuesto, que ésta ha procurado siempre proveerse de los elementos precisos para dar el servicio con las mayores garantías de regularidad, no obstante luchar con el régimen tan difícil de los ríos de la meseta central, en que, tras de estiajes que frecuentemente exceden de los seis meses, se salta en tres días a las máximas avenidas, como ocurrió en diciembre de 1916.

La nueva instalación térmica de turbinas, el refuerzo de la instalación de Bolarque, con la nueva máquina de 5 500 HP; el salto de Villalba; los grupos convertidores y conmutatrices, y los aumentos en líneas y redes, unos terminados y otros dispuestos a prestar servicio en un plazo muy breve, comprueban la afirmación anterior. Para asegurar más el servicio, ha llegado a convenios con las otras Sociedades, y hoy tiene en sus centrales convertidoras acometidas de alta tensión de todos los saltos que llegan a Madrid, que permiten hacer combinaciones y cesiones mutuas de energía, a fin de disminuir las consecuencias de los estiajes y averías. Es, sin embargo, tan rápido el incremento que experimenta el consumo, sobre todo el industrial, que frecuentemente ha excedido a las previsiones más amplias y, unido a los trastornos derivados de la guerra, han llegado tarde algunas veces los elementos adquiridos para evitar deficiencias ocasionadas por la sequía de los últimos años, que ha dado lugar a estiajes fuertes y prolongados, pero que, con los nuevos elementos, se corregirán en breve.

Juan LAZARO URRÁ
Ingeniero de Caminos