

proporción de terreno que en la parcelación Z-2, el 51 por 100, se dedica a calles, plazas y jardines, habiéndose incluido éstos en la cifra por su poca extensión relativa, obligando la altura de las casas al espaciamiento propuesto en la construcción. Comparando los tipos Z-1 y Z-2, se observa que la densidad neta en viviendas por hectárea y la densidad de población son análogas, estando dedicado a solares el 59 por 100, en el primer caso, y el 49 por 100, en el segundo, diferencia que se compensa por la edificación de casas de seis plantas en las calles más importantes de la zona Z-2. Ambos tipos constituyen parcelaciones equivalentes desde el punto de vista de la higiene pública, siendo de notar que resulta más económica la parcelación y construcción en el tipo Z-1 que en el Z-2.

La barriada comercial Z-4 corresponde a un tipo de edificación especial por su destino, en cuya parcelación no se rebasa, sin embargo, la densidad tipo adoptada.

En la extensión propuesta corresponde una superficie de 6 169 hectáreas a las zonas residencial y comercial y 1 772 a la zona industrial, hallándose comprendida en esta superficie la de los parques del sistema interior. Poblada la ciudad con una densidad media de 250 habitantes por hectárea, pueden alojarse en las zonas residenciales y comerciales 1 542 250 habitantes, y considerando la superficie del nuevo Madrid formada por

Interior.	777 Ha.
Ensanche.	1 516 "
Extensión proyectada	7 941 "
TOTAL.	10 234 Ha.

será capaz de alojar 2 millones de habitantes en su superficie. Esta previsión de la extensión para 2 millones de habitantes —cifra a la que no llega en la actualidad ninguna provincia española— la considero como un máximo, que precisa, a su vez, un plan escalonado en diversas etapas, si se quiere hacer viable la reforma. Al estudiar el conjunto de la reforma para constituir un nuevo Madrid con 10 000 hectáreas de extensión he tratado de diseñar un plan amplio, pero desprovisto de la obsesión de lo colosal; no se trata de tener calles más largas que las de otras ciudades, ni más anchas, ni casas más altas, ni de encerrar en el recinto urbano mayor número de habitantes: se trata sencillamente de extender y sanear la capital, conservando sus características especiales, buscando solución eficiente, tanto técnica como económica, al problema, y prescindiendo de toda idea que, por su excesiva grandiosidad e inadaptación al medio, sea un obstáculo más al progreso de la población, tendiendo a proponer una solución concreta, perfectamente definida y económicamente abordable. Si Madrid rebasase la cifra de 2 millones de habitantes, habría que pensar si sería preferible, a extender de nuevo la ciudad, ir a la solución de ciudades satélites.

R. MONTALBAN
Ingeniero de Caminos

Una visita a Italia¹

IV

Las instalaciones alpinas del grupo Edison

Entre todas las instalaciones hidroeléctricas italianas, las que llaman más poderosamente la atención, tanto por su desarrollo como por su potente organización, son, sin duda alguna, las que corresponden al llamado grupo Edison, bajo cuya denominación hemos de ver agrupadas un gran número de Sociedades, que son, como si dijéramos, filiales de la principal, Sociedad Edison, y cuyo conjunto, sabiamente dirigido, constituye aquel interesante grupo, que toma el nombre de la principal y más importante de sus Compañías.

En nuestro viaje, la premura del tiempo sólo nos dió ocasión para visitar las instalaciones alpinas. Existió, además, otra circunstancia casual, que nos puso de manifiesto el gran contraste entre las instalaciones alpinas y aquellas de altitud media o de llanura. Precisamente dos días antes habíamos visitado las instalaciones de la Compañía Adriática de Electricidad, que se extienden en territorio de altitud media; en las instalaciones alpinas, ubicadas algunas por encima de la cota 2 000 —todas, como es lógico, de embalses pequeños y saltos grandes—, la sensación predominante la dan los magníficos e impresio-

nantes panoramas: la naturaleza de los Alpes manda; en las instalaciones de altitud media y de llanura predomina la impresión de la mano de obra del hombre, con los enormes lagos de embalses y las co-

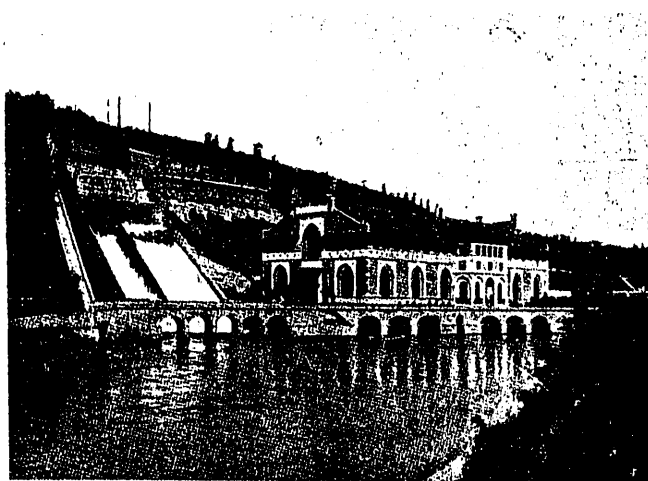


Fig. 1. Central de Robbiato

losales tuberías forzadas, agrupadas a veces en tres, cuatro o más conducciones, para dar la capacidad de los grandes caudales requeridos. A pesar de la diferencia de escala entre los trabajos ejecutados por

¹ Véase el número anterior, página 365.

el hombre en uno y otro caso, en el primero el trabajo es más difícil y expuesto: las dificultades de los transportes, las inclemencias atmosféricas, todo se congrega contra la ejecución de las obras.

La historia de la Sociedad Edison está identificada con el desarrollo y progreso industrial italianos en los últimos cuarenta años.

Fundada en el año 1882, fué la primera Sociedad italiana y europea dedicada a la producción y distribución de energía eléctrica. Sucesivamente fué la creadora e iniciadora de multitud de pequeños grupos, que extendieron el desarrollo y producción de la energía eléctrica por toda Italia.

Se constituyó primeramente con el fin de desarrollar y explotar el sistema de iluminación Edison, y de aquí su nombre, iniciando la producción y distribución de energía eléctrica en Milán, en el año 1883, con una pequeña central térmica de corriente continua.

En el año 1886 iluminaba el teatro Dal Verme con corriente alterna, mediante transformadores en derivación, según el sistema Blathy-Zipernowsky, aparecidos en aquella época. En el mismo año se encon-

pando en torno suyo a otras filiales, formando un potente y armónico grupo de Sociedades hidroeléctricas, ocupa el primer lugar entre sus similares de Europa, bien sea por su capital, bien por la cantidad de energía producida.

La función específica y la razón de ser del grupo

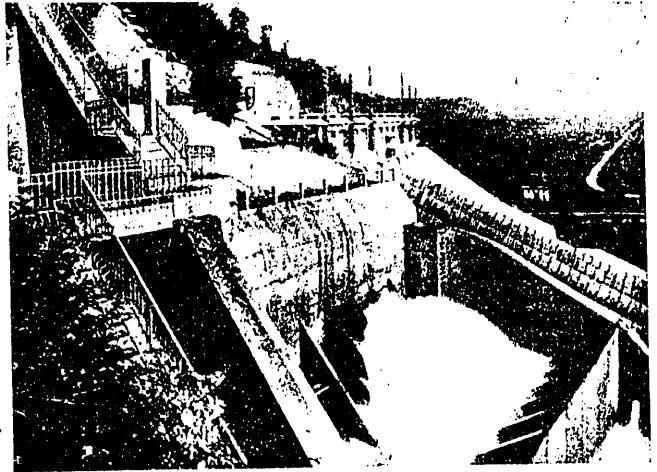


Fig. 3. Tubería de Robbiate

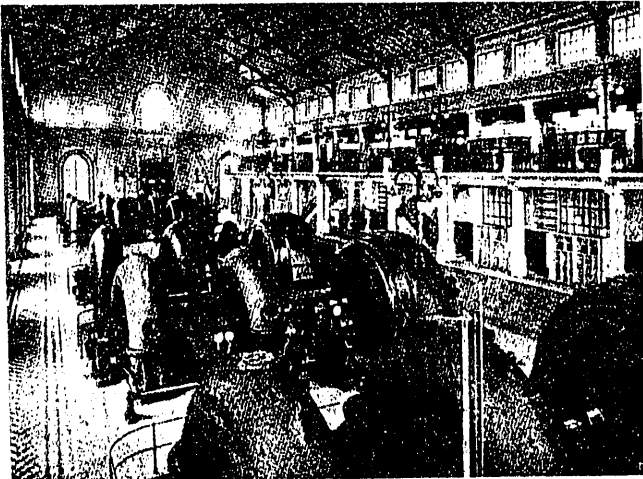


Fig. 2. Sala de máquinas

traba ya en disposición de iluminar públicamente la ciudad de Milán, con 200 lámparas de arco alimentadas en serie con corriente continua a 2 000 v. En vista del éxito de la prueba, al final del mismo año firmó contrato con el Municipio de Milán para la iluminación de todas las vías principales, mediante el sistema Thomson-Houston.

En 1892, por primera vez en Italia, ensaya la tracción eléctrica tranviaria, obteniendo en 1895 la transformación y explotación de los tranvías de Milán.

En 1898 la Sociedad Edison inaugura la explotación de su Central hidroeléctrica de Paderno, y la primera línea de transmisión de energía industrial a 13 000 v, trifásica, en línea de 32 km. Es también de este tiempo la central térmica de P. Volta, en Milán, que fué durante muchos años la más importante de Europa.

Siguen más tarde las Centrales de Robbiate (figuras 1, 2 y 3) y de Calusco (fig. 4), conforme el desarrollo del mercado industrial demandaba nuevas fuentes de energía.

Actualmente la Sociedad Edison, con el impulso y desarrollo de sus más modernas instalaciones, agru-

es la coordinación racional de todas las fuentes de energía pertenecientes a los diferentes grupos que integran la Sociedad, con el fin de utilizar al máximo grado dichas fuentes de energía, reduciendo al mínimo, prácticamente anulando, los desperdicios de energía hidráulica, con lo que se ha conseguido reducir el precio de venta de la energía eléctrica a límites tales, que se puede contar, indudablemente, entre los más bajos de Italia y del mundo.

Hoy día el grupo Edison produce energía en 80 Centrales hidráulicas, con una potencia total instalada, aproximadamente, de 640 000 kw; tiene en construcción Centrales para producir otros 200 000 kw; en Centrales térmicas tiene instalados 129 000 kw.

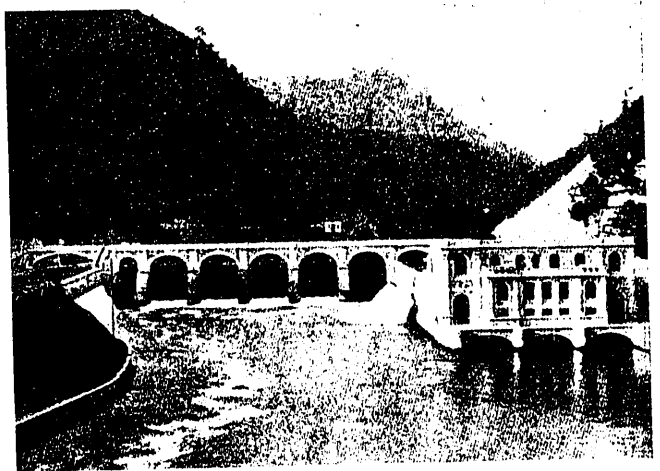


Fig. 4. Central de Calusco

Los embalses tienen una capacidad útil de 125 millones de metros cúbicos (téngase en cuenta que casi todos son alpinos, a gran elevación sobre el nivel del mar), y en construcción con capacidad de 110 millones de metros cúbicos.

Tiene en explotación 6 000 km de líneas de 20 000

a 135 000 v, y 11,30 km con tensiones inferiores a 20 000 v.

Las industrias consumidoras son de lo más diversas, correspondientes a la región más industrializada de Italia: Lombardía, Liguria, Piamonte y Emilia.

De esta multitud de instalaciones, cuya visita de-

el aumento de presión crecerían aquéllas de manera muy apreciable; se trató de evitar estas filtraciones mediante inyecciones de cemento y asfalto, sin conseguirlo, siendo su oscilación de 100 a 700 litros por segundo. Debido a la altura que se encuentra el embalse, toda pérdida de agua equivalía a una pérdida nada despreciable de energía, por cuyo motivo todas estas filtraciones se reunieron y, junto con pequeños caudales de manantiales que aparecían hacia aguas abajo de la presa y filtraciones de la montaña, se elevaban otra vez al embalse, empleando pequeñas instalaciones de motor-bomba.

Como desagüe de fondo tiene una galería circular de 5 m de diámetro, que, después de un recorrido de unos 500 m, desemboca aguas abajo de la presa, con una capacidad de 150 m³/s.

La cuenca alimentadora del embalse es de 26 km².

La toma de aguas se hace en galería forzada abierta en la roca viva, revestida interiormente con tubos de palastro de chapa de acero, de 1,80 de diámetro, con una longitud de 4 000 m; termina esta galería en un pozo piezométrico del que, a su vez, parte una tubería forzada.

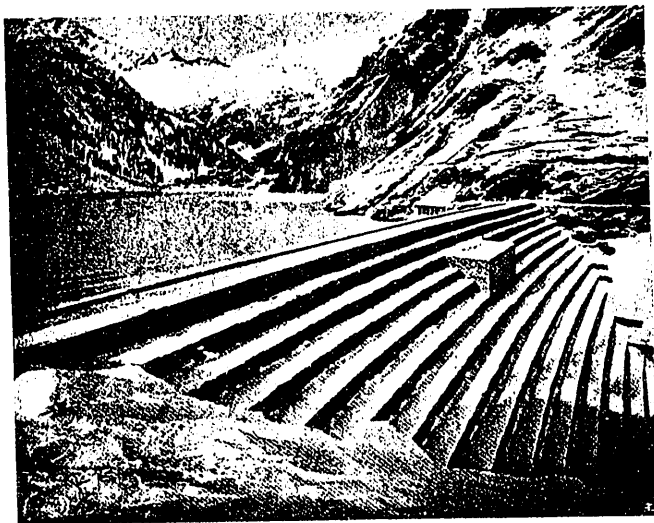


Fig. 5. Presa y embalse de los Alpes Cavalli

tenida hubiera necesitado una gran cantidad de tiempo —del que no disponíamos—, únicamente visitamos el grupo alpino, que tiene la Sociedad, tanto en explotación como en construcción, en el río principal, Töce, y sus afluentes, siendo el más importante de ellos el Ovesca.

Las instalaciones sobre el Ovesca comprenden el embalse de los Alpes Cavalli (figuras 5, 6 y 7), de 8 660 000 metros cúbicos de capacidad. La presa es de mampostería en seco, con paramento de aguas abajo escalonado e inclinado de hormigón armado, a



Fig. 7. Coronación y paramento exterior de la presa de los Alpes Cavalli

Estos revestimientos se hacen con tubos elásticos, que tienen en su contorno una serie de acanaladuras; estos tubos, de 3 mm de espesor, se colocan en la galería abierta en la roca, como indica el dibujo; el pequeño espacio que queda entre la roca y la superficie ondulada se rellena con hormigón; al entrar la tubería en carga, a las enormes presiones de estos saltos alpinos, la presión interior hace adaptarse perfectamente la tubería contra la superficie del hormigón, no quedando ningún hueco, mediante la elasticidad que da el ondulado al palastro, y sin riesgo ninguno de rotura; el número de ondulaciones es diferente para cada trozo de tubería, siendo más numerosas a medida que nos acercamos a la Central, pues la presión aumenta.

La Central que alimenta este embalse es la de Rovasca, con un salto total de 702,20 m.

Existe, además, el proyecto de incorporar a este embalse otro que se establezca en el río L'ornarino, cuya cuenca alimentadora es de 3 km².

En el trayecto de la galería se incorpora, además, el agua procedente de una desviación en el río Cantonaccio.

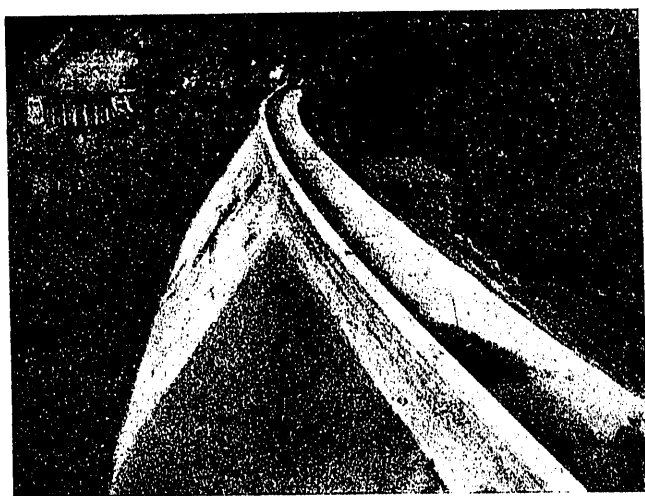


Fig. 6. Paramento interior de la presa

modo de pantalla, y superficialmente una aplicación de asfalto; la planta es ligeramente curva. Su altura es de 30 m, y la longitud en la coronación, de 140 m. Estaba dispuesta para que se pudiera elevar unos 10 m más; pero, vistas las filtraciones habidas en el vaso, se desistió de ello, pues seguramente con

El caudal medio continuo es de 1 015 l/s. La potencia instalada es de un grupo de 9 000 kw, y la que podrá obtenerse con la derivación del Fornarino, de otro grupo de 9 000 kw.

El trabajo a estas alturas es penoso, sobre todo por los transportes. Por esta razón se descartaron los macizos de hormigón, que hubieran exigido un gran transporte de cemento; pero existió además, otra razón, pues el hormigonado es operación cuidadosa a estas altitudes, y que debe interrumpirse con mucha frecuencia, con el peligro de no poder acabar el macizo-presa en una campaña, teniendo que esperar un año para la campaña siguiente; esto, unido a la excelente calidad de la piedra de los Alpes, hizo que el proyecto de la presa fuese el de mampostería en seco. Las pequeñas cantidades de cemento y arena que se necesitaron se subieron por medio de un teleférico con castilletes de madera.

Alpes Campliccioli (fig. 8).—El embalse llamado de los Alpes Campliccioli está formado por un embalse de 8 944 000 m³ sobre el río Troncone, a una altitud de 1 300 m. La presa es de perfil de gravedad,



Fig. 8. Vista de los Alpes Campliccioli

de mampostería hidráulica, con objeto de obtener un pequeño volumen de cemento, ya que su transporte hasta el sitio de su utilización ofrecía una gran dificultad, habiéndose efectuado por medio de un teleférico análogo al de los Alpes Cavalli. En el cálculo de la presa, y dado su lugar de ubicación, se tuvo en cuenta el empuje del hielo que se forma en la superficie del embalse. La altura de la presa es de 60 metros, con juntas de dilatación cada 20 m, que se hacen impermeables por medio de una chapa de cinc; estas juntas no tienen la altura total de la presa. La longitud en la coronación es de 280 m. La subpresión para el cálculo es dos tercios de la rectangular, con disposición de pozos y galería de drenaje visibles.

La galería de toma está excavada en la roca de la montaña orilla derecha del Troncone, con una longitud de unos 3 km, revestida de hormigón de cemento, con sección circular de 1,65 m de diámetro y con una pendiente de 2 por 1 000, terminando en un pozo piezométrico o cámara de carga, del que parte la tubería forzada. Los sifones aliviaderos son capaces de

100 m³/s, y los desagües de fondo de otros 100 metros cúbicos por segundo.

Como hemos dicho, el transporte fué costosísimo; la arena y cemento se subieron por medio del teleférico; las piezas de los alternadores para una central colocada en la orilla del embalse, de la que después

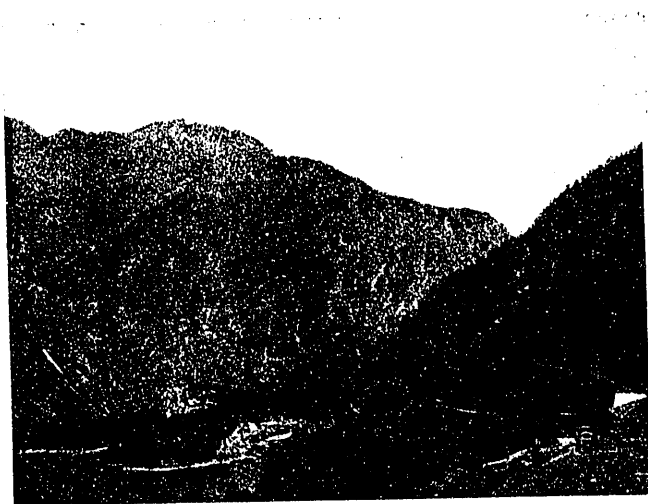


Fig. 9. Lago Antrona

hablaremos, algunas de las cuales llegaron a pesar 18 ton m, se subieron por una accidentada carretera de montaña por medio de tractores de gasolina. El tiempo de trabajo al año fué de unos tres meses, llegándose a poner aproximadamente unos 85 000 metros cúbicos de mampostería hormigonada.

A este embalse se agregan las aguas de otros dos embalses que alimentan la central citada, y cuyo canal de descarga lo hace en el embalse de Campliccioli.

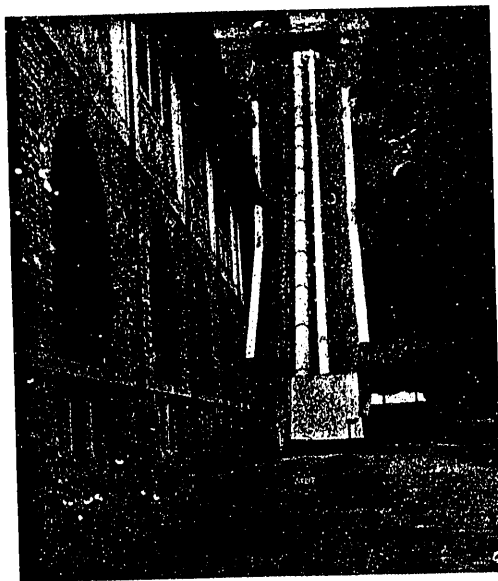


Fig. 10. Central de Rovasca

Estos dos nuevos embalses son el de Camposecco, formado por una presa de 20 m de altura, perfil de gravedad de mampostería hidráulica, de 5 724 000 metros cúbicos de capacidad a la cota 2 300 m sobre el nivel del mar, y el de Cingino, con una altura de presa de 55 m, de mampostería hidráulica y perfil de

gravedad, de 4 500 000 m³ de capacidad a la cota 2 100 m. Ambas presas cubican aproximadamente lo mismo: 60 000 m³. Las aguas de estos dos embalses se derivan por dos galerías de presión, que se unen en una cámara de carga común, desde donde parte la tubería forzada alojada en otra galería, y

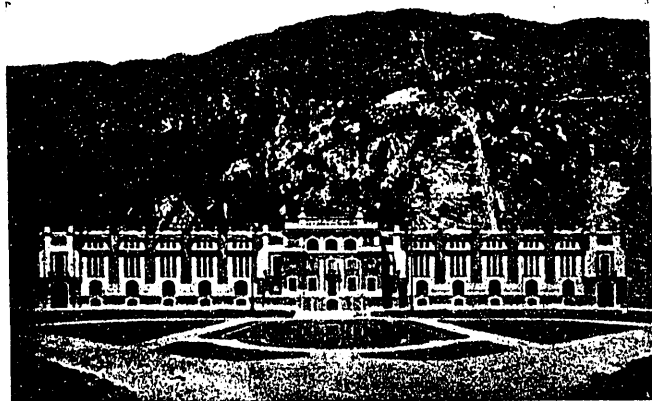


Fig. 11. Central de Pallanzeno

que alimenta una central ubicada en la orilla del lago creado por el embalse de Campliccioli, adonde van a parar las aguas de descarga de esta central, con una velocidad de 100 m/s. La cuenca alimentadora de estos dos embalses es de 7,3 km², y los saltos geométricos medios, de 883 y 968 m, respectivamente. La potencia instalada es la de un grupo de 6 500 kilowatios. Tiene esta central la particularidad de ser completamente automática, no necesitando para su funcionamiento operario ninguno; tiene, por tanto, aparatos de seguridad para parar el funcionamiento en caso de cualquier avería en la central o en la línea, y, al mismo tiempo, en un cuadro a propósito se descubre un letrero con la indicación precisa de la avería: excitación, línea, etc., de modo que el operario

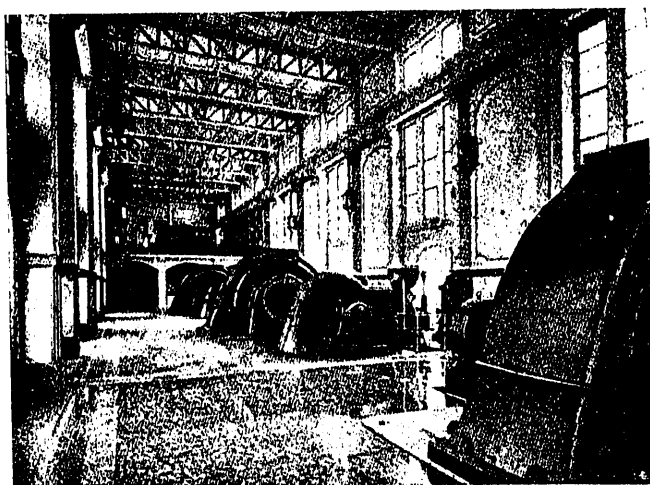


Fig. 12. Sala de máquinas de la Central de Pallanzeno

que vaya para la reparación no tiene más que mirar a dicho cuadro para saber y localizar inmediatamente la avería. La señal de parada se transmite también automáticamente a la central de Rovesca, aguas abajo de ésta.

Todas estas aguas, reunidas en el Campliccioli, ali-

mentan la central de Rovesca, con un salto geométrico medio de 551 m, capacidad total de 19 168 000 metros cúbicos y una cuenca alimentadora de 34 kilómetros cuadrados. Los grupos instalados son dos, de 9 000 kw.

En estos embalses, dicho se está que, por su mayor altitud, se aumentan las dificultades de transporte; la arena y el cemento se subieron por medio de un teleférico, y los restantes materiales por medio de un funicular elemental trazado en el interior del túnel o galería que más tarde había de servir para la tubería forzada.

El tiempo de trabajo en estas altitudes es aproximadamente de unos ochenta días al año.

Lago Antrona (fig. 9).—Es un lago natural, formado por un desprendimiento de la ladera de la montaña, que formó una verdadera presa; se bajó la cota de su fondo hasta obtener una capacidad de 5 625 000 metros cúbicos. Del lago Antrona parte una galería forzada, como la de Campliccioli, de 2 km de longitud aproximadamente, que termina en una cámara de carga, de la que parte la tubería forzada, que alimenta la central de Rovesca. La potencia instalada

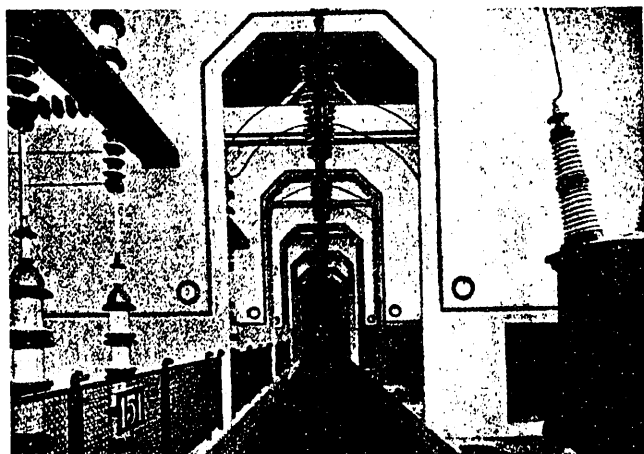


Fig. 13. Instalaciones en la Central de Pallanzeno

es la de un grupo de 3 000 kw, con un salto geométrico medio de 285 m, y una cuenca alimentadora de 7,5 km².

Como hemos visto, todos los embalses descritos alimentan la central de Rovesca, en la que están instalados los grupos citados anteriormente, siendo de unos 30 000 kw la potencia total instalada; la corriente trifásica, generada a 8 500 voltios, y a 42 ó 50 períodos se envía a la línea mediante cuatro transformadores trifásicos de 8 500/143,500 voltios, de 12 KVA cada uno. En la figura 10 puede verse la entrada en la central de las tuberías forzadas de los embalses de Campliccioli y Antrona.

El agua de descarga de la central de Rovesca, junto con la procedente de un pequeño embalse que recoge las aguas de una cuenca de 21 km² a la cota 789,60 m, en la confluencia de los ríos Laranco y Troncone, y otra en los ríos Ri y Trivera, se derivan por medio de un canal de gravedad de sección mojada aproximada de 2 × 2, con un recorrido de cerca de 11 km, que se desarrolla en la margen derecha del valle de Antrona, con sus 9/10 en galería, y con una pendiente de 2,25 por 1 000 y caudal de 8 metros cúbicos por segundo; termina en una cámara de

carga y tubería forzada, que alimenta la central de Pallanzeno. El salto geométrico medio es de 529 metros, y los grupos instalados, cuatro de 9 000 kilowatts. La cuenca alimentadora total es de 92 kilómetros cuadrados, y los embalses aprovechados por

figura 13, también de la central de Pallanzeno. En esta central fué costosísima la cimentación, tanto por la clase de terreno como por el peso y las vibraciones de la maquinaria, lo mismo eléctrica que hidráulica; la cimentación está formada por una gran placa de

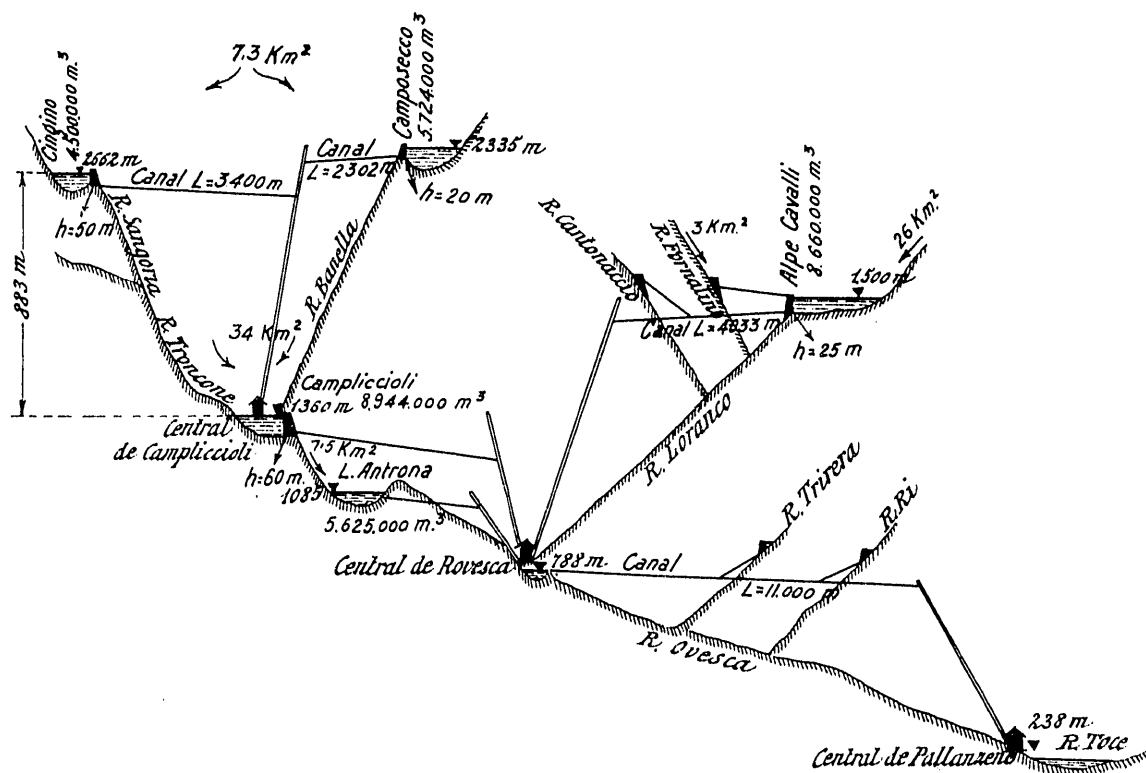


Fig. 14. Esquema de los aprovechamientos alpinos hidroeléctricos del grupo Edison

esta central, 32 328 000 m³. En la figura 12 se puede apreciar el interior de esta central. Es verdaderamente notable el decorado de las centrales italianas, que hemos podido apreciar, con una arquitectura propia

hormigón armado, sobre la que carga el edificio, que se trató de hacer lo menos pesado posible, compatible con la seguridad. Vez ha habido que ha sido preciso emplear fuertes bombas de succión, que, hacien-

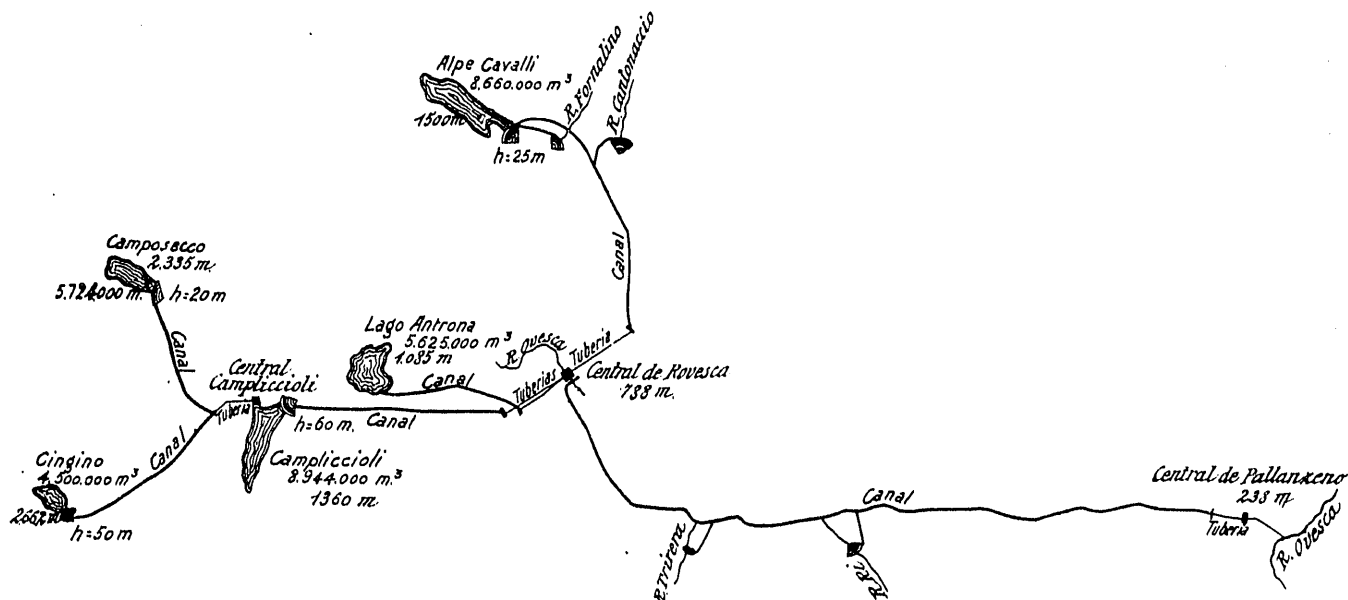


Fig. 15. Croquis de los aprovechamientos

y casi suntuosa, de interiores con mármoles en el piso y zócalo, todo lujoso y con gusto. Asimismo, en las dependencias de transformadores, interruptores, etcétera, se han cuidado mucho de su decorado, amplitud, iluminación, y buena muestra de ello es la

do el efecto de verdaderos dragados, han logrado restablecer pequeñas inclinaciones de todo el edificio, pero que, dadas las grandes velocidades, con sus vibraciones y peso de la maquinaria, podrían adquirir una importancia capital. A tal objeto existen apar-

tos registradores colocados en sitios estratégicos, y que, controlados diariamente, dan cualquier pequeña inclinación del edificio.

Estas son las instalaciones más importantes sobre el río Ovesca y sus afluentes en el valle de Antrona. Existen además otros pequeños aprovechamientos

secundarios en este valle. Baste decir que siendo aproximadamente de 92 km² la cuenca, y la producción de 220 millones de kw/h. se obtiene un aprovechamiento de 22 kw/ por metro cuadrado de cuenca.

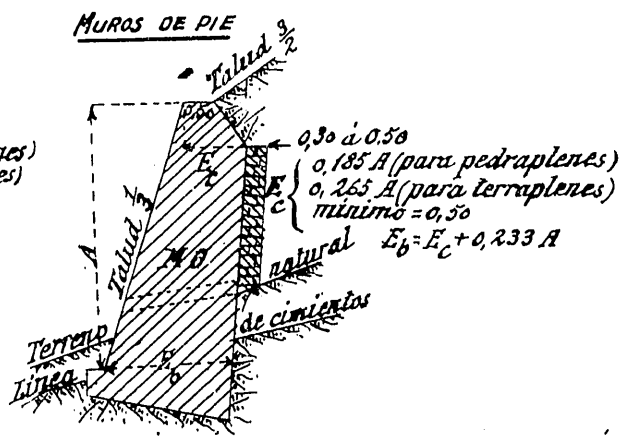
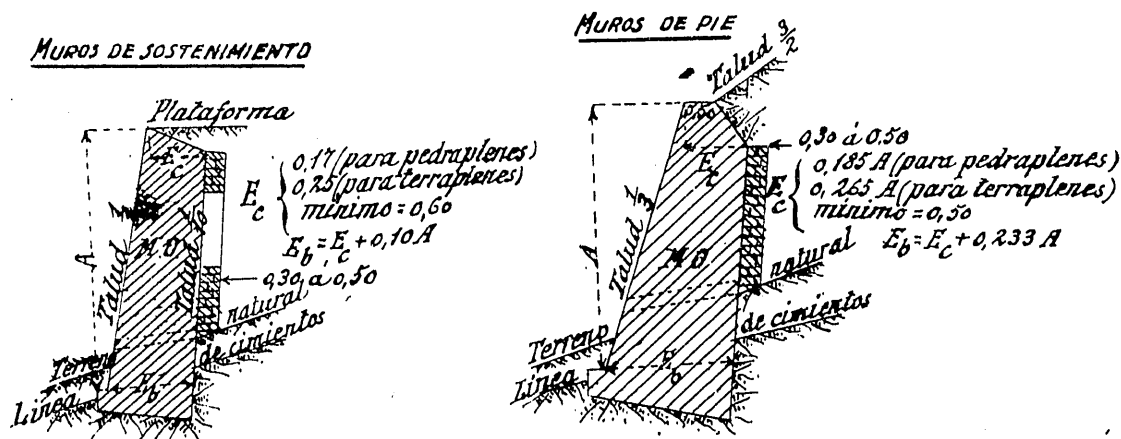
Las figuras 14-15 nos dan un esquema en planta y en alzado del conjunto de las instalaciones.

José GARCIA AUGUSTIN
Alberto PÉREZ MORENO
Ingenieros de Caminos

Nuevo tipo de muro en desplome

Ya el año 1892, en su libro *Estabilidad de las Construcciones de Mampostería* (2.^a edición, página 139), nuestro ilustre compañero D. Elzeario Boix había demostrado que los taludes interiores de los muros, que solían proyectarse escalonados y con inclinaciones medias de 1/10 a 1/5, debían ser ver-

año¹, el inspector belga de Puentes y Calzadas, M. De Brabandère, justifica la adopción de un nuevo tipo de muro de sostenimiento (fig. 3), que ofrece gran economía y ventajas sobre las secciones generalmente empleadas, sobre todo cuando, como es frecuente en los muelles de rías o de puertos, hay



tales, y aun mejor en desplome, es decir, con talud invertido, pues se obtenía con estos taludes reducción de volumen en el muro, y muy especialmente en sus cimientos.

Convencido por aquella demostración, en mi ya larga carrera, he proyectado siempre los muros con taludes interiores verticales, y en los que propuse hace quince años, para el ferrocarril de Tánger a Fez, los mejoré con un desplome de 1/10, que son los tipos que preconizo en el primer tomo de mi libro *Puentes de Fábrica y Hormigón Armado* (pág. 174), y que reproduzco en las figuras 1 y 2.

Hemos tomado la precaución de no exagerar los desplomes, para que la vertical del centro de gravedad de la sección caiga siempre dentro de la base del muro y no corra así peligro de volcar hacia adentro, durante su construcción, o porque le falte algún día el apoyo de las tierras interiores.

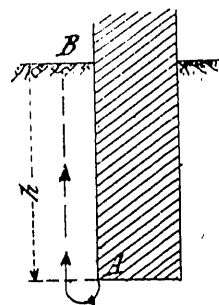
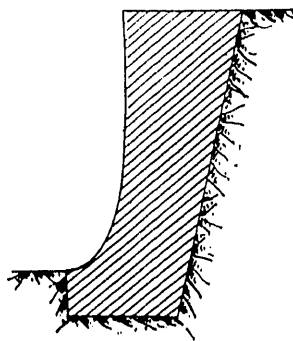
Hemos obtenido con estos tipos de muro una economía de fábrica y, sobre todo, de cimientos sensible y una completa estabilidad en el paso de los trenes, calculados para locomotoras de 100 toneladas.

Pero tratándose de muros para muelles, generalmente cimentados en terrenos flojos y con terraplenes de productos de dragado, pueden y deben acentuarse los taludes en desplome.

En un artículo publicado en la interesantísima revista *La Technique des Travaux*, de junio de este

que cimentarlos sobre terrenos flojos, susceptibles de correrse bajo las elevadas cargas a que se les someta.

En efecto, la resistencia de un terreno de cimentación no es igual sobre toda la extensión de la base



de un muro y aumenta rápidamente desde la arista exterior hacia la arista interior.

Como observa tan justamente M. De Brabandère, es un punto de vista que parece haberse olvidado con frecuencia.

Sin embargo, el ilustre profesor de Lovaina mon-

¹ 54, rue de Clichy, París.