

Proyecto reformado.—Por Real orden de 13 de Febrero de 1905 se aprobó, de acuerdo con el Consejo de Obras públicas, el proyecto reformado de las obras de abrigo para el puerto de Melilla por su presupuesto de 2.344.655 pesetas por su ejecución material, disponiéndose que se obtuviera por concurso el material fijo y móvil de vía para el transporte de la piedra y para el taller de bloques, debiendo adquirirse por el mismo procedimiento la maquinaria, y realizarse por subasta las obras del puerto, y aprobándose en Abril siguiente las condiciones económicas para las mismas. Dichas condiciones fueron publicadas en la *Gaceta de Madrid* de 11 de Mayo de 1905.

Empréstito.—Por Real orden de 4 de Noviembre de 1905 se autorizó á la Junta para realizar un empréstito para las obras de los puertos de Melilla y Chafarinas.

En 5 de Enero de 1906 se autorizó la construcción de la casa-oficina de la Junta, así como la de un almacén y cocheras en el taller de bloques y de un tinglado para el depósito de mercancías.

Según la Real orden de Noviembre de 1905, que autorizó el empréstito, las obras debían realizarse en cinco ó seis años, con una subvención anual de 500.000 pesetas durante catorce ó quince años, con emisión de obligaciones en los cuatro primeros años de á 1.000 pesetas al 6 por 100 de interés.

Subasta de las obras.—Por Real orden de 12 de Enero de 1906 se autorizó la celebración de la subasta de las obras de los dos puertos de Melilla y Chafarinas por la suma de sus respectivos presupuestos, importando en total la cantidad de 4.995.296,40 pesetas.

En 24 de Febrero siguiente se realizó dicha subasta, que resultó desierta.

En 13 de Junio del mismo año 1906 se realizó la segunda subasta, que también quedó desierta por falta de licitadores.

En vista del resultado de las subastas, y teniendo en cuenta lo prescrito al efecto en el Real decreto de 27 de Febrero de 1852 relativo á la construcción de las obras públicas, por Real decreto de 7 de Octubre de 1906, acordado en Consejo de Ministros, publicado en la *Gaceta* del 9 del mismo mes, se autorizó al Ministro de Fomento para adjudicar, en público concurso, la ejecución de las obras de los dos puertos, estableciéndose las bases para su adjudicación, y garantizándose por el art. 3.^o del expresado decreto el abono de la subvención anual consignada en los presupuestos para dichas obras, así como la mayor que en lo sucesivo pudiera concederse para ellas, mientras fuese necesario para el pago del importe de las obligaciones emitidas al efecto, así como para el de su amortización é intereses.

Entre las bases del concurso se hallaba la de que las obras de los dos puertos podían ejecutarse simultáneamente ó sucesivamente en el plazo total de tres años, dando principio á los trabajos en el de seis meses.

Publicado el 27 de Octubre siguiente el anuncio del concurso, se presentaron dos proposiciones: una de ellas de la Compañía Transatlántica Española de Navegación, y otra de D. Antonio Rodríguez Arango, proponiéndose por el Consejo de Obras públicas la adjudicación de las obras á la primera, si la misma aceptase las modificaciones propuestas en su dictamen.

Adjudicación de las obras.—Por Real orden de 14 de Marzo de 1907 se dispuso la adjudicación provisional á la

expresada Compañía Transatlántica, dándole un plazo de quince días para que aceptase y aclarase las condiciones á que se refería el Consejo de Obras públicas.

Admitidas por dicha Compañía las condiciones impuestas en la indicada Real orden y previa aclaración respecto á la ejecución de los trabajos, por Real orden de 6 de Abril de 1907, publicada en la *Gaceta* de 10 del mismo mes, se hizo la adjudicación definitiva de las obras, y por otra Real orden de 16 de Mayo siguiente se aprobó la minuta del contrato que había de servir de base á la escritura del compromiso, que había de suscribir el representante de la Empresa.

La escritura se formalizó en 28 de Octubre de 1907, verificándose por la Junta del puerto la entrega al contratante de las obras ya realizadas por la misma, de los edificios y de la maquinaria adquirida, aprobándose el acta de dicha entrega por el Ministerio, en Real orden de 25 de Octubre de 1907.

Por Real orden de 14 de Noviembre siguiente se autorizó á la Junta de obras de los dos puertos para tratar con el Banco Hispano Colonial del servicio de emisión de obligaciones, el de cupones y de amortización del empréstito contratado para la ejecución de las obras.

En 14 de Febrero de 1908 se autorizó á la misma Junta para adquirir un vapor remolcador para el servicio de las obras.

Y, por último, en 12 de Septiembre del último citado año, se aprobó por la Dirección general de Obras públicas el acta de la sesión celebrada por la Junta en 22 de Junio anterior, en la cual se acordó la creación y emisión de las obligaciones relacionadas con el empréstito autorizado con sujeción á las bases acordadas en el Real decreto de 7 de Octubre de 1906.

Con lo expuesto termina la exposición de los antecedentes relacionados con el principio de la ejecución de las obras de los puertos de Melilla y Chafarinas.

B. DONNET.

APLICACIONES DE LA ELECTROTECNIA

Á LAS OBRAS PÚBLICAS EN INGLATERRA Y SUIZA

POR

D. ANTONIO GONZÁLEZ ECHARTE

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de la Escuela especial del Cuerpo.

(CONTINUACION)

Cuadro de distribución.—Ocupa el centro del muro Este de la nave de máquinas. Está dispuesto en dos galerías y es del tipo de «acción á distancia».

La plataforma inferior contiene los pupitres de accionamiento, los instrumentos de medida y los conectadores de los feeders, de las generatrices y de los transformadores de medida. La plataforma superior contiene los interruptores de aceite con sus conectadores, las barras colectoras y los pararrayos. Las conexiones están divididas en ocho grupos, uno por grupo generador.

Dé cada grupo sale un cable trifásico, cuyos tres conductores se separan en cajas adecuadas, y pasando por unos conectadores

(1) Véase el número anterior.

alimentan los transformadores de medida (en serie y derivado) de los aparatos del cuadro. Se han instalado después grandes interruptores en aceite que permiten cortar la corriente á plena carga. Hay después otros conextadores, y los conductores pasan ya á las barras colectoras principales, que son tres, una por fase. Estas barras principales están cortadas en su centro por un interruptor, lo que permite, caso de avería, dividir la Central en dos completamente independientes. En mi modesta opinión, no parece esto suficiente, y no sé por qué no se han dispuesto en bucle estas barras colectoras, situando en ellas un conextador entre cada dos máquinas. De las barras colectoras principales pasan los conductores de cada máquina por intermedio de otro interruptor, y dos grupos de conextadores á otras barras colectoras parciales, que alimentan cuatro feeders de los 32 que salen de la Central á las subestaciones de transformación, distribuidas en la zona de servicio de los tranvías que alimentan. Cada conductor, antes de unirse al feeders, tiene en derivación pararrayos tipo Wirt.

En el volumen 38 del *Journal of the proceedings of the Inst of E. E.*, se da una descripción detallada de este cuadro, que tiene los aparatos corrientes perfectamente dispuestos para el manejo y acoplamiento de las máquinas. En vez de lámparas para sincronizar emplean verdaderos sincronizadores, fundados en el campo giratorio, que dan las corrientes trifásicas.

Existe un telégrafo de señales, en el que aparecen luminosas las palabras *Start, Run up, On load, Reduce y Stop*, juntamente con el número del grupo á que se refieren. Una campana llama la atención de los encargados, cada vez que cambia una señal.

Dos cuestiones se han estudiado con gran detalle en esta Central: la unión á tierra del neutro de los alternadores y los interruptores de corriente inversa. Como resultado de estos estudios, parece que no se consideran necesarios ni aun de gran utilidad los interruptores de corriente inversa, y que, en cambio, es útil, con ciertas precauciones, la unión á tierra del neutro de los alternadores. Después de largas experiencias, se ha adoptado el siguiente sistema:

Una sola de las máquinas en marcha tiene su neutro á tierra; de modo que si se produce un circuito corto entre una fase de un feeder y tierra, saltará sólo el automático de esta máquina. Para evitar una corriente demasiado intensa, se ha intercalado una resistencia en la conexión con tierra del neutro. Como todas las máquinas no marchan siempre, era preciso, al parar la máquina que lleva la conexión á tierra, establecerla en otra que estuviera en marcha, y esto se hace automáticamente con el aparato de Schaw, que realmente es de una gran complicación.

Subestación.—Dentro de la nave de máquinas, y á un lado del cuadro, se ha instalado una subestación que tiene tres grupos convertidores, formados por motores asincrónicos y dinamos á 550 v. Esta subestación alimenta las 80 lámparas de arco de la Central, un taller de reparaciones situado al lado, la gran grúa eléctrica de 30 toneladas que corre en lo largo de la nave, y, por último, y principalmente, los tranvías inmediatos á la fábrica.

Acumuladores.—Existe una batería de 280 elementos Tudor, de unos 800 a.-h. de capacidad, puesta en paralelo con la subestación anteriormente indicada. Un hilo sacado del centro de esta batería da corriente á 125 v., necesaria también en la Central para algunos usos, como ya hemos dicho.

Para conservación y reparación de esta batería hay un contrato con la casa Tudor por diez años, y se diferencia de los que generalmente hace esta misma casa en España, en que la anualidad no es fija, sino que empieza el primer año por el 1 por 100 del precio de la batería, y va aumentando hasta ser el 15 por 100

en el octavo año, en el noveno el 22, y, por último, el 35 por 100 en el décimo.

Se han gastado 20 millones de francos, ó sean unos 400 francos por kv., que, dada la gran potencia de la Central, es precio elevado. El coste de producción es sólo de unos cuatro centímetros por kv-h., de los cuales el carbón representa las dos terceras partes.

Transmisión, transformación y distribución.—La energía producida en la Central se transmite á 14 subestaciones de transformación situadas á ambos lados del Támesis, y en las que la corriente trifásica á 6.600 v. se transforma en continua á 550 v.

La transmisión se hace por cables armados y con cubierta de plomo, formados por tres conductores de 90 milímetros cuadrados de sección. Algunos de estos feeder llega á tener hasta 15 kilómetros de longitud. Todos los cables son iguales, pero las subestaciones importantes tienen dos en paralelo.

Todas las subestaciones al Sur del Támesis están unidas por un cable, y análogamente las del Norte. Así se consigue en caso de avería que cada subestación pueda ser alimentada, ó por la Central ó por cualquiera de las dos contiguas.

Las primeras subestaciones instaladas tienen grupos convertidores sincrónicos y dinamos de 300 kv. á 550 v.

En las modernas los motores son asincrónicos y su potencia 500 kv.; dos de las últimas subestaciones tienen grupos de 1.500 kv., que en una de ellas son conmutatrices. La potencia instalada en las subestaciones se aproxima á 60.000 kv.

Todos los electromotores toman directamente en el estator la tensión de 6.600 v. y están devanados en estrella con neutro aislado.

Los dinamos son Shunt, pues aunque algunas en un principio eran Compound, se les ha quitado el arrollamiento serie que produce complicaciones en el acoplamiento e inversiones de polaridad.

Los grupos de 300 y 500 kv. giran todos á 300 v. por minuto, los de 1.500 á 137 y las conmutatrices á 250. Todos los grupos de motor generador tienen la misma bancada común, con tres cojinetes. Esto hace que las fundaciones sean exactamente iguales y, por lo tanto, que sin variarlas, se pueda colocar en cualquier subestación cualquier grupo análogo de otra.

Esta disposición, que por lo menos en teoría es muy práctica, ha motivado un exceso de coste del material, porque como es de distintos constructores, Dick, Westinghouse, General Electric, Siemens, etc., han tenido que construir modelos especiales para sujetarse á esta condición.

Los motores sincrónicos llevan las excitatrices en su eje, á 125 v. los de 300 kv. y á 550 v. los de 500 kv.

Los motores asincrónicos de 500 kv. tienen el rotor en circuito corto. Como tomarían una corriente enorme en el arranque, se los pone antes de conextarlos al feeder á la velocidad de sincronismo, utilizando la máquina de corriente continua como electromotor. Para apreciar esta velocidad de sincronismo se ha montado en el eje de la máquina un disco con sectores blancos y negros, que se ilumina con lámparas de 25 períodos. Obtenida la velocidad de sincronismo, se cierra el interruptor de los 6.600 v., y no es raro que se quemen algunas de las primeras bobinas del estator.

Esto es indudablemente debido á fenómenos de capacidad, que hacen que la transmisión del potencial no sea instantánea, así que los primeros hilos de las primeras bobinas quedan sometidos, aunque durante un tiempo inapreciable, á una diferencia de potencial enormemente mayor que aquél para que están calculados los aislantes, y se ha remediado intercalando resistencias

ó bobinas de autoinducción en el momento de cerrar el interruptor, que se pone, naturalmente, después en circuito corto.

Se ha hecho también un estudio práctico muy importante en estas subestaciones de las condiciones que mayor seguridad dan á las bobinas de las máquinas de alta tensión. Hoy día esto es conocido por cuantos tienen algún interés en ello, pero en estas subestaciones de County Council, de Londres, es donde quizás por primera vez se inició el estudio experimental de los complicados fenómenos que se producen en estas bobinas de alta tensión.

Los electromotores asincrónicos de 1.500 kv. tienen anillos en el rotor y arrancan con resistencias de agua al modo de corriente. En cada subestación hay un pequeño grupo formado por un transformador estático $\frac{6.600}{220}$ v., un motor asincrónico (de 50 á 150 kv.) y una dinamo á 550 v. Este grupo sirve para arrancar la primera máquina grande de la subestación y el transformador estático da luz para la sincronización.

Realmente no comprendo por qué con una frecuencia de 25 periodos no se han empleado conmutatrices, lo que hubiera disminuido bastante el precio de la instalación y aumentado el rendimiento.

Hemos visitado tres de estas subestaciones, y todas tienen la misma disposición. Es una nave en cuyo centro están los grupos convertidores; una grúa apoyada en vigas de doble T corre todo lo largo de la nave. Todas las conexiones eléctricas son subterráneas; los fusibles, interruptores, etc., están situados en la parte baja, y en una plataforma los aparatos de maniobra y de medida.

Los cables alimentadores que, ya en corriente continua á 550 v., salen de estas subestaciones, están conectados á las máquinas por conmutadores que permiten cambiar su polaridad. Esto es importante, porque ocurre muy á menudo que se pone á tierra alguno de los dos conductores aislados de donde toman corriente los coches del tranvía, especialmente en los tramos en que estas tomas son subterráneas. Si en distintas secciones se ponen á tierra dos de estos conductores de signo contrario, dan circuito corto á toda la subestación. Esto puede remediararse con el conmutador, dando el mismo signo á los dos conductores averiados.

Este conmutador lleva unos contactos auxiliares con resistencia de cinco ohms. En la subestación el hilo negativo del cable alimentador está puesto á tierra con una resistencia de un ohm. Dispuestas así las cosas, veamos los diversos casos que pueden ocurrir:

1.º Se pone á tierra el conductor negativo de toma de los coches, lo nota el empleado de la subestación porque el amperímetro del cable negativo de alimentación señala menos que el positivo. Suprime en la Central la conexión con tierra del cable negativo, ó aumenta mucho su resistencia y puede continuar el servicio.

2.º Se pone á tierra el conductor positivo de toma de los coches; salta el automático de la subestación. El empleado entonces procura «quemar la tierra», poniendo el conmutador en la resistencia de cinco ohms, con lo que pasarán cien amperes. Si con esto la tierra desaparece, restablece el conmutador en su posición primera. Si la tierra persiste cambia el conmutador y la tierra pasa al conductor negativo, con lo que estamos en el caso primero.

3.º Se pone en circuito corto los dos conductores de toma de un coche. Salta el automático. El empleado pone el conmutador en los cinco ohms para que desaparezca este circuito corto. Si no desaparece, claro que hay que cortar el servicio en la sección correspondiente.

Esto, naturalmente, no es nuevo; pero en Londres está muy bien dispuesto y es de uso general; lo he visto también en la London Electric Corporation, por lo que he creído deber citarlo como una de las características de las Centrales de tranvías de Londres.

A continuación damos una nota bibliográfica de las Centrales de Londres.

Notas bibliográficas.

El periódico *The Electrician* describe las instalaciones de las siguientes Compañías:

ESTACIONES	VOLUMEN.	PÁGINAS
Battersea Borough Council.....	47	872
Bermondsey Borough Council.....	48	489
Brompton and Kensington C.º.....	22	365, 396
Central Electric Supply C.º.....	50	467
Charring Cross, West End and City C.º.....	56	341, 382
Chelsea Elec. Supply C.º.....	58	420, 596
Chelsea Elec. Supply C.º.....	25	81, 146, 347
	42	683
City of London C.º.....	48	723
	56	348
	58	653
County of London Elec. Sup. C.º.....	56	343, 788
Crystal Palace C.º.....	48	449
Fulham.....	46	612
Hackney.....	58	793
Hammersmith.....	48	43
	29	775
	42	810
Kensington and Notting Hill.....	47	738, 779, 818
	53	231
St. Marylebone.....	55	384
London Elec. Sup.....	22	10, 71
	22	9, 69, 107, 452
	25	703, 737
	30	541
Metropolitan Elec. Supply C.º.....	44	691, 733
	54	537
	55	1018
	56	585
Southwark.....	43	222
	53	395
Poplar.....	58	678
	37	601
Shoreditch.....	49	333
	52	443
Stepney.....	58	754
St. James' and Pall Mall C.º.....	64	99
St. Pancras.....	24	287
	58	774
Westminster C.º.....	25	741
	55	889
	65	223, 273

De los tranvías del County Council se ocupan las revistas siguientes:

Revue Electrique, números 158 y 159 del año 1910.

The Tramway and Railway World, número de Septiembre de 1909.

Journal of the Inst. of E. E., vol. 48, pág. 235.

L'Industrie des Tramways et Chemins de fer, números de Abril y Junio de 1910 y Junio de 1912.

Los servicios industriales de la villa de Ginebra.

La villa de Ginebra puede citarse como modelo de administración, en lo que á servicios industriales se refiere. Allí el Municipio explota directamente:

1.º El servicio de elevación y distribución de agua potable, agua industrial y agua motriz.

2.º El servicio de producción y distribución de gas para alumbrado; y

3.º El servicio de producción y distribución de energía eléctrica.

Lleva invertidos en estas Empresas cerca de 50 millones de francos, y su organización, análoga á la de una Empresa industrial cualquiera, le permite obtener como beneficios anuales más de 10 por 100 del capital desembolsado.

En las visitas á oficinas y fábricas hemos podido apreciar que los Ingenieros encargados son verdaderos técnicos, no funcionarios administrativos, y que se mueven con la independencia y facilidad propias de una Empresa particular, pudiendo desarrollar sus iniciativas sin grandes consultas ni expedientes.

El producto de estas Empresas industriales es más del tercio del presupuesto municipal. Naturalmente, los precios de venta no son los de producción, como se hace en otros Municipios, sino que son más elevados y en armonía con los de una Empresa privada; así resulta que todos los contribuyentes participan de la riqueza comunal (fuerza motriz del Ródano); puesta al servicio de la industria con las instalaciones realizadas. Como esta riqueza es realmente del Estado suizo, éste toma también parte en los beneficios obtenidos con las instalaciones, recibiendo 2 francos por caballo año producido, y un menor precio que el corriente para la electricidad y agua necesarios á los servicios públicos.

La cuestión obrera en todas estas instalaciones se ha atendido: abonando el jornal los días festivos en que no se trabaja, reduciendo las horas de trabajo á aquéllos cuya labor es dura ó malsana (fogoneros, buzos, etc.), pagando medio jornal, médico y botica á los enfermos, y estableciendo jubilaciones, á partir de los sesenta y cinco años, y una indemnización de 1.000 francos á la viuda é hijos menores de los fallecidos antes de esta edad. Durante los períodos de ejercicio militar se sigue abonando á los obreros el jornal íntegro.

Los tres servicios de gas, electricidad y agua funcionan casi con completa independencia, regidos cada uno por un Ingeniero Director, que asume la completa responsabilidad. Un Delegado del Consejo municipal es el Director general de todos estos servicios; pero sus funciones son puramente administrativas. Por último, hay una alta inspección formada por una «Comisión de los servicios industriales», que únicamente se ocupa de los casos de litigio, de las relaciones con el Estado suizo y de la marcha general del negocio. Así, y como decíamos antes, el Ingeniero Director de cada servicio asume la completa responsabilidad, y está investido de una libertad absoluta para llevar el negocio, sobre todo en la parte técnica.

Si entrar aquí en un estudio detenido de las tarifas para la venta de agua, gas y electricidad, será bueno indicar algunos precios que, como equitativos y justos, ha fijado un Municipio bien administrado, y compararlos con los que actualmente rigen en Madrid, especialmente para agua y electricidad.

El agua á presión por aforo se paga á 0,11 franco el metro cúbico y por contador á 0,18 hasta un consumo de 400 metros cúbicos al año, y á 0,13 para el exceso. En los abonos por contador se exige un mínimo de consumo. En Madrid se tiene hoy el agua en propiedad á 0,11 peseta el metro cúbico, precio como se ve algo inferior al de la villa de Ginebra, y esto es muy de notar por las condiciones tan distintas que tienen ambas poblaciones para el abastecimiento. Ginebra toma su agua del lago sin conducción; Madrid tiene que conducirla de ríos muy apartados y construir grandes embalses para asegurar el servicio en los estiajes.

El precio por contador es poco inferior al de Madrid, en donde, como término medio, se viene á cobrar á 0,15 peseta el metro

cúbico. Es de notar también que la garantía de mínimo consumo es admitida en Ginebra por todo el mundo como racional y equitativa, mientras que aquí dió lugar, por lo menos en lo que á electricidad se refiere, á una campaña de opinión que produjo una Real orden prohibitiva.

La electricidad para alumbrado se vende al precio de 0,80 franco el kv.-h., siendo gratuita para el abonado la renovación de lámparas. Rigen unas tarifas muy estudiadas, haciendo reducciones en el precio base indicado según el factor de consumo de cada instalación. Los particulares no llegan al consumo necesario para obtener reducciones, y pagan á 0,80 franco el kv.-h. á una Empresa (el Ayuntamiento de Ginebra) que produce con agua y no paga tributos. En Madrid, Empresas sobre cargadas de tributos, venden hoy á 0,20 peseta el kv.-h. La diferencia es notable.

Las bien estudiadas tarifas de Ginebra, que si algún defecto tienen es su extraordinaria complicación, establecen rebajas de 20 y 25 por 100 á los edificios públicos, á los industriales, agricultores, etc.; pero á pesar de todo esto, el precio medio del kv.-h., no baja de 0,60 franco.

Una cosa bien entendida es la notable reducción que se hace en el precio á los establecimientos que, como anuncio ó reclamo, tienen sus escaparates muy iluminados, contribuyendo así al alumbrado de las calles. Según que la disposición de estos anuncios favorezcan más ó menos al alumbrado público, se cobra la energía de 0,20 á 0,35 franco el kv.-h. Para el servicio de fuerza existe una red especial, y se paga á 0,30 franco el kv.-h.

Se dan grandes facilidades al abonado, llegando hasta darle gratis los electromotores.

Efecto de estas facilidades de la buena administración, é indudablemente del carácter industrial de Ginebra, se consumen al año veintitantes millones de kv.-h., es decir, poco menos que en Madrid, cuando Ginebra tiene 150.000 habitantes y Madrid 600.000; así se llega á la enorme cifra de 150 kv.-h. por habitante, á que apenas alcanza niugún pueblo de Europa. En Berlín el consumo es de unos 70, inferior en Colonia, de 50 kv.-h. sólo en Munich, y de poco más de 10 en San Petersburgo.

Indicadas ya así las líneas generales de la administración ginebrina, en lo que á municipalización de servicios industriales se refiere, que es lo que ha llamado más nuestra atención, haremos una reseña de las instalaciones que hemos visitado.

El Ródano se separa del lago de Ginebra en el puente de Mont-Blanc, atraviesa el cantón en unos 25 kilómetros, sirviendo de frontera entre Suiza y Francia en su última parte hasta Chancy, en donde entra ya en territorio francés.

A poca distancia del puente de Mont-Blanc recibe su afluente más importante, el Arve. Entre este punto de confluencia y Chancy, hay un desnivel de 40 metros.

El caudal medio anual del Ródano unido al Arve es de unos 250 metros cúbicos; hay, pues, una potencia media disponible en el eje de turbinas de 100.000 HP., que varía entre 40.000 en invierno, en época de estiajes, y 120.000 en épocas de caudal normal de verano. La topografía del terreno hace imposible disponer de esta potencia en un solo salto, y por los numerosos estudios que se han hecho parece lo más conveniente dividir en cuatro tramos los 40 metros de desnivel. Los dos primeros están en explotación y son la Central de Coulouvrière, en el mismo Ginebra, y la de Chevres, á ocho kilómetros. Ambas Centrales han sido construidas por la villa de Ginebra y aprovechan 13 metros de los 40 indicados.

El tercer tramo está estudiado por el mismo Municipio, y aprovechará otros 13 metros en el sitio de la Plaine, á nueve kilómetros de Chevres. La utilización de los 14 metros restantes

está en estudio, especialmente en la parte de frontera entre Francia y Suiza, en la que naturalmente ha de dividirse entre las dos naciones la potencia que se aproveche.

Central de la Coulouvreniere.

A la salida del lago Leeman el Ródano tiene una pequeña isla, y en ella se ha instalado la Central. El brazo izquierdo del río funciona como canal de conducción, y el derecho como de descarga. Para ello se ha construido una presa aguas arriba del brazo derecho y otra aguas abajo del izquierdo. Estas presas mantienen el agua del lago á la altura convenida con el cantón; al efecto son de cortina, y pueden abrirse más ó menos.

El edificio central se construyó para 20 turbinas, pero sólo se han establecido 18, y en el espacio sobrante se han puesto tres grupos de bombas eléctricas que pueden tomar hasta 2.000 HP., y sirven de reserva y ayuda á las bombas actuadas por las turbinas. Las turbinas de la casa Escher Wyss y Compañía son de reacción, con tubo de aspiración Jonval; tienen el eje vertical y dan á 26 vueltas por minuto 210 HP. Para poder trabajar con el salto que es variable de 1,68 metro á 3,70, tienen tres coronas concéntricas. Cada turbina acciona dos bombas de émbolo acopladas á 90°.

Las tres bombas eléctricas son centrífugas. La primera, instalada en 1901, es de la casa Sulzer, de Winterthour, y está acoplada á un motor bifásico de 1.000 caballos, que alimenta á 2.750 v. la corriente que viene de Chevres. Las otras dos son análogas, pero del sistema Rateau.

Con esta instalación se da el servicio de agua á Ginebra con dos distribuciones: una de baja presión, 65 metros sobre el lago, y otra de alta, 140 metros sobre el lago. En esta última están casi todos los motores, generalmente pequeñas turbinas, que suman una potencia de más de 1.600 HP.

La constancia de la presión en las tuberías de distribución se obtuvo primero con depósitos de aire y compresores; se hizo después un depósito regulador á cinco kilómetros de la Central elevadora, y, por último, se ha instalado una centrífuga movida por una turbina, cuyo distribuidor está accionado por un servomotor movido por indicador de presión. Cuando la presión es la debida, el regulador no funciona. Cuando es inferior puede elevarla hasta 13 metros, que es la mayor pérdida de carga prevista.

Central de Chevres.

El aumento de consumo de fuerza motriz en Ginebra hizo prever en 1892 que apenas podría bastar durante tres años la Central de la Coulouvreniere, y estando ya estudiado un nuevo salto del Ródano en Chevres, se hizo un plan para ponerlo en explotación en tres años y se cumplió religiosamente, construyendo durante el primer año las obras hidráulicas más importantes (presa y dique), durante el segundo la casa de máquinas, y dedicando el tercero á la instalación de turbinas y dinamos y á la puesta en marcha de la instalación.

El salto se ha obtenido elevando con una presa de compuertas el nivel del Ródano cuanto lo permitía el funcionamiento de la Central de aguas arriba (la Coulouvreniere) y el libre desagüe del Arve. El remanso producido por la presa era, naturalmente, muy variable, según el caudal del río, pequeño en invierno y grande en verano. Por esto se hacía imprescindible la presa de compuertas para regular este remanso, que permite obtener en invierno, para un caudal de unos 120 metros cúbicos, un salto de 8,50 metros, y sólo 4,50 metros en verano, en que el caudal llega y pasa de 800 metros cúbicos.

La presa está formada por siete pilas de hormigón, de las cuales la última es continuación del dique que separa el canal de conducción del de descarga. La altura de estas pilas sobre el plano de fundación es de 9,50 metros, y tienen tres metros de espesor y 17 de longitud. Con la mitad próximamente de esta longitud, se elevan otros cinco metros para sostener el puente de servicio y maniobra. Algo curioso de estas pilas es que su parte inferior está blindada con una placa de fundición de tres centímetros de espesor, para protegerlas contra las piedras que arrastra el río. Las compuertas tienen los 8,50 metros que hemos indicado para altura máxima del salto, y 10 metros de luz. La maniobra de cada compuerta se hace con facilidad entre dos hombres, merced á contrapesos de cajones de palastro cargados con lastre de hierro.

El dique que separa los dos canales es de hormigón. Ambos canales han resultado de sección escasa, con lo que el aprovechamiento del desnivel no es completo.

La Central es una hermosa nave de 130 × 12 metros, y en ella se han instalado 15 grupos de turbinas de 1.000 caballos y tres grupos de 150. En un edificio contiguo están los transformadores, que elevan la tensión de 2.750 á 5.500 v., que es la de alimentación de la red. En un piso más elevado de este edificio hay instalado un taller de reparaciones.

Los 15 grupos de turbinas son de una potencia de 800 HP. en verano con el salto de 4,30 metros, y de 1.200 en invierno con salto de 8,10 metros. Esta variabilidad en el salto ha motivado la construcción de unas turbinas de tipo especial. Son de eje vertical y son dobles. La inferior, que llaman turbina de invierno, da sola los 1.200 HP. con el salto de 8,10 metros. La superior, llamada de verano, une su efecto á la inferior para dar 800 HP. con 4,30 metros de salto.

Los cinco primeros grupos se instalaron hace unos dieciocho años, y están formados por turbinas cónico-centrífugas de reacción, con lo que se obtiene una velocidad de 80 v. por minuto aun con el salto pequeño.

El eje vertical, al cual va unida la parte móvil del alternador que acciona el grupo de turbinas, funciona suspendido en la parte superior. Al efecto, el estator del alternador lleva en su centro un platillo horizontal atravesado por el eje. En éste se ha fijado otro platillo exactamente igual, que se apoya en el anterior. Entre ambos platillos se inyecta aceite á 15 atmósferas de presión, que hace flotar el platillo superior.

En otras turbinas que se han puesto recientemente se ha prescindido de este sistema, que ha sido causa de muchas dificultades en su uso industrial y constante.

El regulador de velocidad de estas turbinas es de aceite á 15 atmósferas. Estos reguladores actúan independientemente sobre cada una de las turbinas del grupo.

Para tener el aceite á las 15 atmósferas de presión, se han dispuesto tres grupos de bombas de cilindros oscilantes, que lo comprimen en un depósito de 10 metros cúbicos. Para mantener sensiblemente constante la presión en este depósito, un compresor movido por un motor eléctrico, comprime aire á 30 atmósferas en un depósito especial. De este depósito el aire pasa á la parte superior del de aceite, por intermedio de una válvula que sólo abre cuando la presión baje de 15 atmósferas.

Más modernamente se han instalado los otros diez grupos de turbinas que son centrífugas. Con esta variación y un mejor estudio, se ha conseguido un número de vueltas de 120 en vez de 80, que permite economía y mejor regulación en los alternadores. Se ha suprimido también el aceite á presión, disponiendo las coronas de las turbinas de modo que la misma presión del agua aligere el peso del eje.

Hay tres turbinas de 150 HP. para las excitadoras de los alternadores. Estos son de inducido fijo é inductor móvil, acoplados rigidamente al árbol de las turbinas; producen corriente bifásica á 2.750 v. y 47 períodos.

El cuadro de distribución está dividido en tres partes: la primera, destinada á las excitadoras; la segunda, á los alternadores, y la tercera á las salidas de línea, que son por un torreón de paletas colocado sobre la cubierta de la nave. Los transformadores, situados, como ya hemos dicho, en edificio contiguo, son monofásicos y elevan la tensión de 2.750 á 5.500 v.

Estando las turbinas totalmente sumergidas, no es fácil examinarlas sin quitar completamente el agua de la cámara, y este es un trabajo largo y penoso, que ha de repetirse frecuentemente para el buen entretenimiento de las máquinas. Para obviar este inconveniente de la instalación, se ha ideado una compuerta flotante que funciona á completa satisfacción. Es una cámara estanca que lleva un electromotor de 30 HP. unido á una centrífuga, que puede dar 6.600 litros por minuto. Esta bomba tiene dos tuberías de aspiración, una que saca el agua de la cámara y otra que agota la cámara de la turbina.

La cámara estanca corre por un cable de acero, pudiendo situarse frente á las cámaras de cada una de las 15 turbinas. Esta cámara funciona como compuerta flotante, y en poco más de una hora permite dejar seca una turbina.

Otra disposición algo especial en esta instalación es un ras-

trillo mecánico para limpiar las rejillas, cosa de gran importancia en ella, porque el Arve en la época de temporales lleva enormes cantidades de cuerpos flotantes, ramas, hojas, témpanos de hielo, etc., que obstruyen las rejillas, y disminuyen, por lo tanto, el agua que puede pasar á las turbinas. Desde luego, y á la entrada del canal de alimentación, se ha construido una gran rejilla de unos 250 metros de longitud, y con inclinación conveniente para que los cuerpos flotantes tiendan á seguir por el río.

Esta gran rejilla está dividida en bastidores de 2 metros de luz que se sacan con facilidad. Sobre la rejilla va una doble vía para la circulación de una grúa que quita y pone los bastidores y de vagones que transportan los cuerpos flotantes extraídos. La extracción á mano era costosa y muy molesta para el personal durante las tempestades, y se ha instalado el rastillo mecánico, que funciona muy bien.

El rastillo propiamente dicho tiene 2 metros de ancho, y está situado en el extremo de una viga armada de 8 metros de longitud, que puede subir, bajar y bascular. Al bajar separa el rastillo de la rejilla. Llegado á 6 metros de profundidad se aplica contra la rejilla, vuelve á subir, y bascula sobre las vagones de transporte de productos. La viga armada va unida á una cabina, desde la cual se actúa un electromotor de 10 HP., que da movimiento al rastillo y permite trasladarlo sobre una vía á lo largo de la rejilla.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Los hidroaeroplanos en la cuarta Exposición de la locomoción aérea, en París.

Al tratar, no hace muchos días, en esta REVISTA de la cuarta Exposición de la locomoción aérea describimos algunos de los aeroplanos que figuraban en ella, y vamos ahora, extractando un extenso artículo que ha publicado el Teniente coronel M. G. Espitalier en *Le Génie Civil*, á describir algunos hidroaeroplanos.

Después de hacer algunas consideraciones sobre la navegación en general y sobre los hidroplanos en particular, pasa á decir el autor que los primeros ensayos de los hidroaeroplanos datan de los comienzos de la aviación en Francia; en 1901, Kress ensayó un hidroaeroplano, que no pudo elevarse por no ser suficiente la fuerza motriz; más tarde, Archdeason y Blériot realizaron, con Voisin, experimentos con aeroplanos remolcados en el Sena.

Del aparato aéreo en particular no hay mucho que decir; es un aeroplano vulgar, de un sistema cualquiera. Toda la originalidad de la concepción descansa en la manera como están constituidos los flotadores para que desempeñen su papel complejo, de soporte, pero de soporte que se desprenda con rapidez y no oponga á la traslación más que un máximo de resistencia, á fin de que todo el aparato, por el empuje de la hélice, pueda alcanzar la velocidad necesaria y *despegarse*, por decirlo así. En fin, los flotadores deben ofrecer una débil resistencia en el aire y ser muy ligeros, de manera de no hacer demasiado pesado el aparato aéreo en su vuelo.

Para satisfacer á estas diversas exigencias, los constructores han ideado hasta el presente diversas clases de flotadores que pueden agruparse en cuatro clases:

1.º Flotadores separados, anchos y poco profundos, del género Fabre.

- 2.º Flotadores estrechos y alargados, en forma de patines ó skis.
- 3.º Flotador único, formando armadura central.
- 4.º Casco de canoa.

Antes de buscar el perfil más conveniente, cabe examinar si es preferible detenerse en los tipos de soportes muy separados que proporcionan al hidroacoplano un ancho asiento sobre el agua, ó en los tipos que no llevan más que un soporte central.

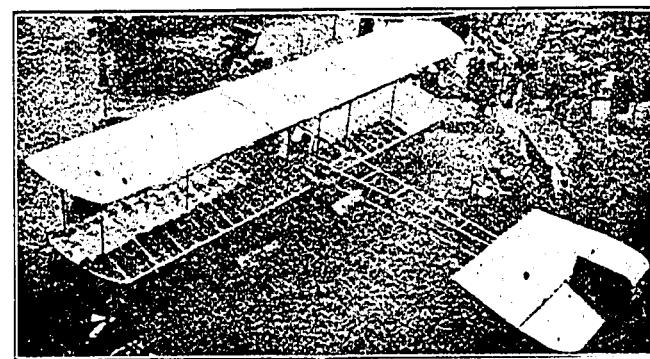


Fig. 1.º

Si el aparato debe flotar siempre sobre una superficie perfectamente unida (caso general de la navegación en los lagos ó en un río) será más ventajosa una ancha superficie de apoyo, que se opondrá á las oscilaciones transversales; pero si la superficie líquida presenta marejada y olas, la separación de los flotadores no da otro resultado que unir los movimientos transversales del aparato á las ondulaciones de la superficie adyacente y por poca cortas y altas que sean las olas harán que el aparato se encuentre en una posición inestimable y peligrosa.

Cualquiera que sea la forma adoptada, se puede notar por