

ron hasta 18 metros por bajo del álveo del río, y el diafragma, del espesor de 1,80 metros, vino fundado á la mayor profundidad de 11,5 metros, ó sea á 29,5 en conjunto. La altura del dique desde el nivel del dintel del vertedero al punto más bajo de la base de fundación del diafragma es de 64,50 metros. Éste se extiende por toda la longitud del dique y penetra en la ladera del lado occidental durante 184 metros y en la del lado oriental durante 240 metros, quedando en sus correspondientes extremos fundado, respectivamente, á las profundidades bajo el álveo del río de 12,75 metros y 32,80, es decir, á 47,4 y 67,5 metros bajo el máximo nivel del embalse.

Las condiciones de los muros de ala eran para este depósito muy diferentes á los del de Howden, así es que el Ingeniero tenía que escoger otro modo de obviar los peligros de las filtraciones en los extremos del dique. El esquisto era aquí más abundante y además estaba más separado y dislocado en numerosos fragmentos. También los estratos de arena se encontraban en condiciones semejantes y no presentaban ninguna garantía de impermeabilidad.

El Ingeniero Sandeman decidió, por tanto, asegurar la impermeabilidad de los extremos del dique, construyendo dos estrechos muros directamente en continuación de él, uno á cada lado, en lugar de estar en ángulo recto, como el de Howden. El muro oriental, más largo que el occidental, resultó una obra muy difícil, á causa del rápido descenso de los estratos en las laderas del monte y de la gran cantidad de agua encontrada. En ambos muros los extremos y el fondo de las excavaciones de instalación se revistieron cuidadosamente con cemento inyectado bajo presión.

El artículo que extractamos termina manifestando que los diques que hemos descrito sumariamente constituyen dos singulares ejemplos de la gran responsabilidad que recae sobre el Ingeniero encargado de semejantes trabajos en lugares impuestos por la conformación del terreno. El que emprende obras semejantes debe estar adornado de gran experiencia, porque se presentan á menudo circunstancias imprevistas, á las que hay que acudir con nuevos métodos y procedimientos.

UTILIZACIÓN DE SALTOS DE AGUA EN LOS PIRINEOS

PARA LA TRACCIÓN ELÉCTRICA DE LOS FERROCARRILES DEL MEDIODÍA (FRANCIA)

La red de las líneas de ferrocarril que son explotadas por la Compagnie du Midi, ó le están concedidas, se desarrolla en gran parte en la vertiente septentrional de los Pirineos y comprende, por lo tanto, muchas secciones de perfil muy quebrado.

Se comprenderá fácilmente que, en estas condiciones, la Compañía haya pensado, desde hace largo tiempo, en recurrir á la tracción eléctrica de sus trenes, para las líneas en que la tracción por vapor presenta dificultades particulares.

En varias líneas en construcción ó en estudio hasta puede decirse que solamente la tracción eléctrica puede emplearse puesto que en los transpirenaicos de Olorón á Canfranc y de Aix á Ripoll las rampas llegan á 42 kilómetros por metro.

También la Compañía se ha decidido naturalmente á recurrir, para la producción de la energía, á los saltos de agua que se pueden aprovechar en la región pirenaica.

Le Génie Civil, en un extenso artículo, que resumimos en esta nota, expone la manera como dicha Compañía ha procurado resolver el problema.

Prescindiendo de los trabajos anteriores al momento presente diremos que en la actualidad la Compañía desea ampliar la elec-

trificación existente y realizar por tanto un programa que necesita la creación de un número bastante considerable de fábricas potentes.

Daremos algunos datos de las fábricas ya construidas ó suficientemente definidas.

A. GRUPO DE FÁBRICAS DEL VALLE DE OSSAU.—Este grupo situado en el alto valle de Ossau, comprenderá tres fábricas.

Lo primero ha sido regularizar la cantidad de energía suministrada en el curso del año por una fábrica en alto, funcionando sobre un lago artificial y viniendo en ayuda de las fábricas de agua abajo cuando el caudal natural de los cursos de agua viniera á ser demasiado pequeño. Esta ayuda se manifiesta, en el caso presente, de dos maneras: primero, por la energía suministrada directamente por la fábrica alta y, como las diversas fábricas estarán establecidas en escalones sobre el mismo curso de agua, por el suplemento de agua suministrado por el canal de descarga de la fábrica en alto, y que pasa sucesivamente por las fábricas de agua abajo.

Prescindiendo de detalles indicaremos la situación geográfica y la consistencia prevista para este grupo.

Estudio hidráulico del alto valle de Ossau.—Este valle está comprendido entre las gargantas del Hourat y un poco agua arriba del pueblo de Laruns y de la frontera franco-española (fig. 1.^a).

Está limitado al Sur, al Este y al Oeste por unas crestas, cuya altitud media es superior á 2.300 metros.

El Gave de Ossau, que corre por este valle, está formado por la unión del Gave de Brousset y el Gave de Bious. En la orilla

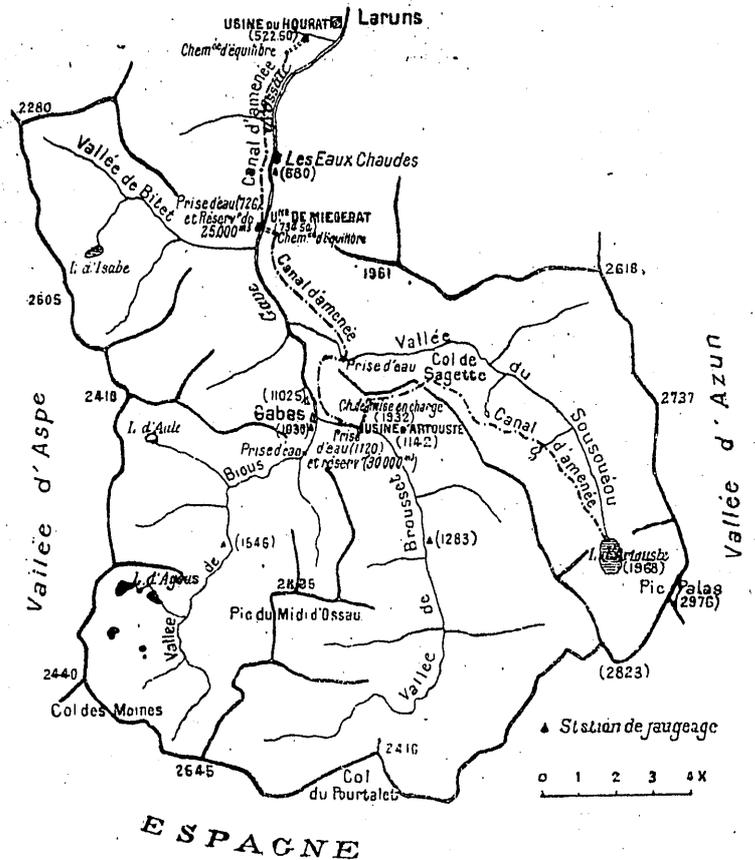


Fig. 1.^a

derecha, su único afluente importante es el Gave del Sousouéou, que nace en el lago de Artouste, en la cota 1.968,60.

Este lago de elevada altitud, de 45 hectáreas de superficie, está alimentado por una cuenca de 7 kilómetros cuadrados, extremadamente favorecido desde el punto de vista de las lluvias, á causa de su orientación y de la cintura de montañas que le rodean.

Hidrología de las cuencas vertientes.—Se debe, en primer término, definir los caudales medios utilizables que se pueden descontar para cada una de las fábricas.

La revista citada expone los medios de que se ha valido para calcular, para cada mes del período considerado, el caudal medio, por segundo y por kilómetro cuadrado de la cuenca vertiente, y obtener, también para cada mes, el caudal total medio correspondiente á la cuenca vertiente de cada fábrica.

REPARTICIÓN Y CONSISTENCIA DE LAS FÁBRICAS.—Con estos datos se ha llegado á los resultados siguientes:

1.º *Fábrica superior ó de Artouste.*—Instalada en la cota 1.200 metros, próximamente, agua arriba de la aldea de Gabas, utilizará las aguas del emisario de Artouste, dispuesto como depósito anual de una capacidad total utilizable de 16 millones de metros cúbicos

El salto neto será de 773 metros. El agua será conducida del lago á la cámara de puesta en carga por un canal de corriente libre de 8.700 metros de longitud. La cámara misma de puesta en carga tendrá una capacidad que permita hacer frente á disminuciones de corta duración. La potencia continua de veinticuatro horas (ordenada media de la curva de consumo) debe estar al máximo de 17.000 *poncelets* sobre los álabes de las turbinas, el equipo será de cinco grupos turboalternadores del tipo común para todas las fábricas (una turbina de 5.000 caballos sobre el eje, dando 500 vueltas y arrastrando un alternador trifásico de 3.600 kilovatios, 50 períodos, cuya corriente se elevará, por los transformadores, á una tensión de 120.000 voltios).

2.º *Fábrica intermedia ó de Miegébat.*—Instalada en el lugar llamado Miegébat, 6 kilómetros y medio, próximamente, agua abajo de la aldea de Gabas; utilizará las aguas del canal de descarga de la fábrica superior y las de las cuencas de Bious, Brousset y Sousouéou.

El salto neto será de 380 metros. La potencia continua de veinticuatro horas debe estar al máximo de 20 500 *poncelets* sobre los álabes de las turbinas. Para que pueda hacer frente á las disminuciones se debe establecer un gran depósito diario que permita almacenar el caudal durante seis horas de la noche. Por razón de economía y de comodidad en la explotación, este depósito establecido en la toma de agua estará unido á la fábrica por un canal de llegada en carga y por cañerías forzadas. En la unión de estas dos obras, y para impedir la propagación de los golpes de ariete en el canal, se ha previsto la construcción de una chimenea de equilibrio.

El equipo de la fábrica será de ocho grupos turboalternadores del tipo unificado.

3.º *Fábrica inferior ó del Hourat.*—Instalada al pie de las gargantas del Hourat, á un kilómetro, próximamente, agua arriba del pueblo de Laruns; utilizará las aguas del canal de descarga de la fábrica intermedia y las de la cuenca media del Gave de Ossau.

El salto neto será de 208 metros. Del mismo tipo que la fábrica de Miegébat, comprenderá también un depósito diario que se añadirá al depósito precedente. Será también del tipo con canal de llegada en carga y chimenea de equilibrio en el extremo de agua arriba de las cañerías forzadas propiamente dichas.

La potencia continua pedida será al máximo de 17.000 *poncelets*, y el equipo estará formado por siete grupos.

El grupo representa una potencia constante, continua durante todo el año de 36.000 *poncelets* sobre los álabes de las turbinas con un equipo total de veinte grupos, ó sean 72.000 kilovatios en los terminales de los alternadores.

B. FÁBRICA DE SOULOM.—Está establecida en el territorio del Municipio de Soulom, cerca de Pierrefitte (Hautes-Pyrénées), y presenta la particularidad interesante de que encierra turbinas movidas por dos saltos de agua diferentes, creados el uno sobre el Gave de Cauterets.

Como lo muestra el plano general (fig. 2.ª), el Gave de Pau recibe, un poco agua arriba de Pierrefitte, al Gave de Cauterets; los valles de estos dos torrentes, poco divergentes, están separados por un macizo montañoso, llamado el Pico de Viscos. Los dos valles están actualmente servidos cada uno por un ferrocarril de vía de un metro y de tracción eléctrica, que parte de la estación de Pierrefitte y sube, el uno á Cauterets, el otro á Luz-Saint-Sauveur. Estas líneas están explotadas por la Compañía de interés local Pierrefitte-Cauterets-Luz y toman la corriente de dos fábricas hidroeléctricas: la del Pont-de-la-Reine, sobre el Gave de Pau, y la de Calypso, sobre el Gave de Cauterets.

Una de las tomas de agua de la fábrica de Soulom, la del Gave de Pau, está situada inmediatamente agua abajo de la desembocadura del canal de descarga de la fábrica de Pont-de-la-Reine. Esta toma está constituida por una presa-vertedero de 2,50 metros de altura, 35 de longitud y 3 de espesor en la coronación, anclada en el lecho del Gave por carriles hincados como pilotes. Su coronación se halla en la cota 592,50. El agua derivada penetra en una cámara de decantación, provista de rejillas, para detener los cuerpos flotantes y de una compuerta para la evacuación de las gravas (fig. 3.ª, plano y corte de la cámara de decantación de Soulom, y fig. 4.ª).

El agua que llega de la toma no penetra en el canal de carga hasta que pasa á través de un palastro perforado de arriba abajo. A esta cámara sigue el canal de carga establecido en la orilla

de la izquierda del Gave; está, en toda su longitud de 6 kilómetros, próximamente, su túnel de sección cuadrada de 2 metros de lado, cuyas paredes interiores están revestidas de cemento hasta la altura del plano de agua.

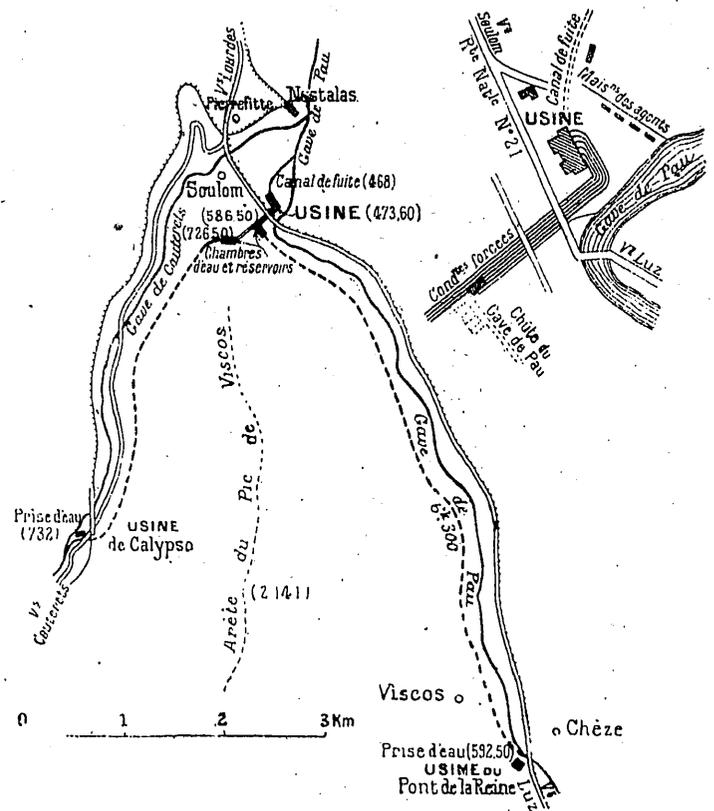


Fig. 2.ª

En su extremo de agua abajo este canal desemboca en una cámara de puesta en carga. De esta cámara parten tres cañerías que llevan el agua á las turbinas. Como el canal de descarga está en la cota 468,20, se obtiene un salto bruto total de 125 metros, próximamente.

El Gave de Pau tiene un régimen torrencial; en Pont-de-la-Reine se ha comprobado que el caudal no es nunca, inferior á 4.400 litros por segundo, llegando en crecidas excepcionales á exceder de 300 metros cúbicos.

El canal de carga puede consumir 6.500 litros por segundo aproximadamente.

Las obras de derivación del Gave de Cauterets exigen el establecimiento de una presa del mismo tipo que la del Gave de Pau, pero las aguas se toman agua arriba del canal de descarga de la fábrica de Calypso. El canal de llegada, que sigue las la-

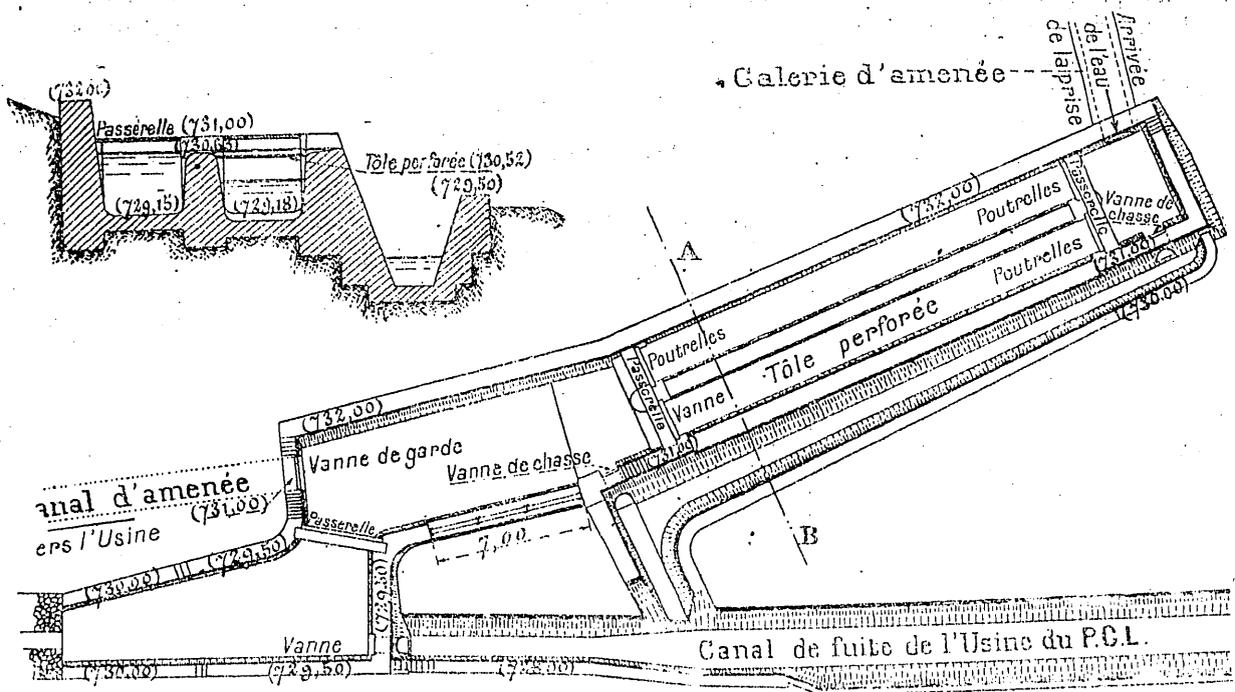


Fig. 3.ª

deras del Viscos, está en túnel en toda su longitud, de unos 4 kilómetros, desemboca en una cámara de agua, en la cota 725, de donde parten tres cañerías forzadas que llevan las aguas al edificio de la fábrica de que tratamos. El salto bruto total es de 264,50 metros próximamente.

(para el conjunto de la fábrica) en la época del estiaje, puede elevarse a 18.000 caballos durante un periodo momentáneo.

La fábrica, cerca del Gave, está más baja que el nivel de las crecidas, protegiéndola un muro de 170 metros de longitud.

El edificio principal (fig. 4.ª), de 64 metros de longitud por

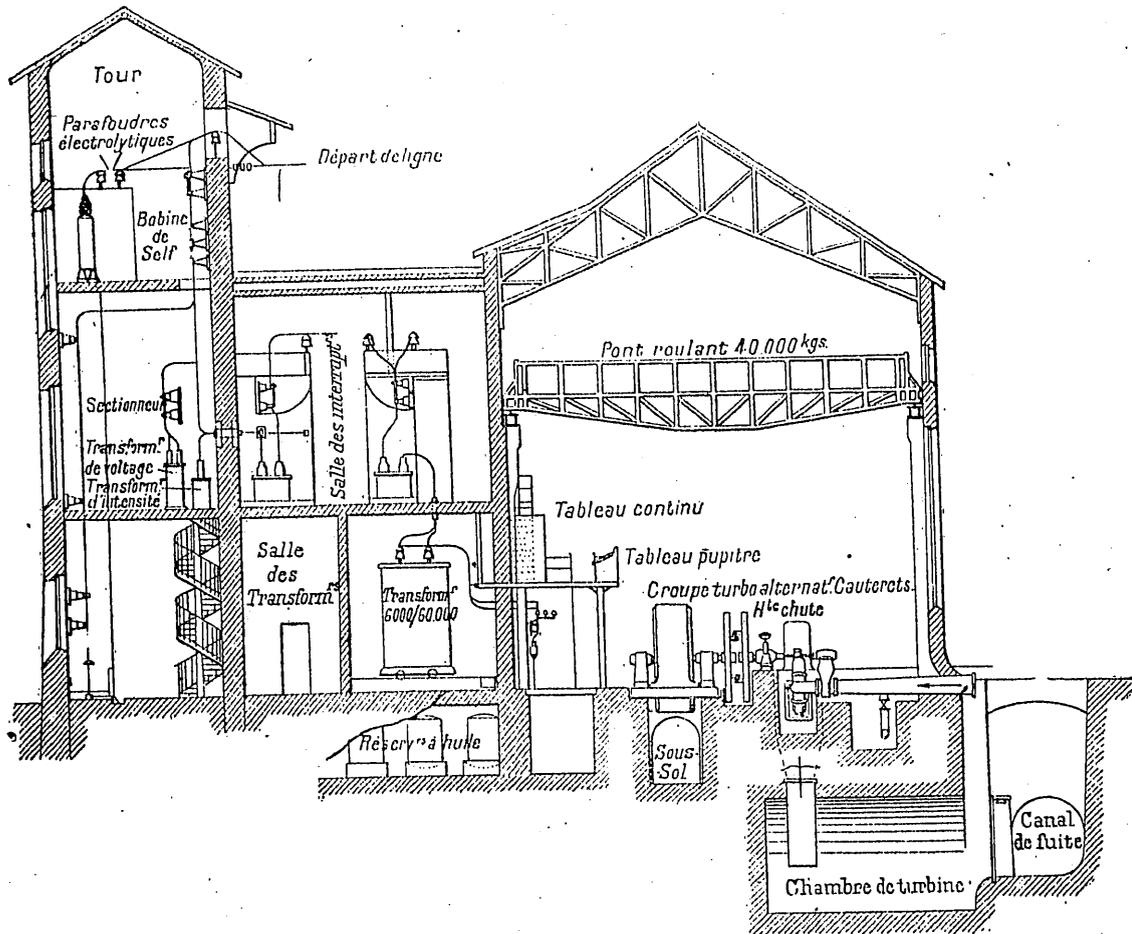


Fig. 4.ª

Como el caudal del Gave de Canterets es inferior al del Gave de Pau, el canal no se ha establecido más que para un caudal de 3.500 litros por segundo.

Gracias á las medidas tomadas para salvar las dimensiones del caudal, la potencia continua de 10.300 caballos disponible

15,50 de anchura, está flanqueado por otro de alta tensión y por dos torres, de 20 metros de altura, de cuyas cúspides parten las líneas de alta tensión.

Cada una de las seis cañerías forzadas (tres para cada Gave) termina, en el edificio principal, en un grupo hidroeléctrico de

Llegamos ahora, siguiendo á la revista citada, á un punto de bifurcación, de donde se puede llevar, de un lado, las aguas del lago de Oredon; y de otro las del lago del Oule. De aquí parte un nuevo canal de 5,5 kilómetros de longitud, próximamente, que puede consumir 3.000 litros por segundo.

Este canal termina en un depósito de 3.000 metros cúbicos de capacidad formado por un túnel de gran sección de 100 metros de longitud que termina directamente en la cámara de puesta en carga.

Organización de la fábrica.—Sin entrar en detalles respecto á los estudios hidráulicos diremos que ellos han demostrado la posibilidad de asegurar un caudal continuo de 2.050 litros por segundo en estío y de 1.600 litros en invierno, correspondiendo, para el salto neto de 110 metros á la entrada de las turbinas, á una potencia media de veinticuatro horas, igual á 14.600 *pon-celcts* en estío y 11.400 en invierno.

La fábrica contendrá siete grupos generadores independientes, correspondiendo á unos alternadores de 3.300 kilovoltamperios cada uno, debiendo estar seis grupos simultáneamente en servicio y el séptimo en reserva, ó sea en total un equipo de 23.100 kilovoltamperios.

De la cámara de puesta en carga parten siete cañerías de 560 milímetros de diámetro interior, pudiendo consumir 675 litros á la velocidad de 2,75 metros por segundo.

Como el nivel en la cámara de puesta en carga varía entre las cotas 1.765,60 y 1.761,24 y el piso de la fábrica está en la cota 1.016,50, se obtiene así un salto bruto de 746,50 metros ó uno neto medio de 710, deducidas las pérdidas de carga en las cañerías.

Instalación interior.—Esta instalación constará de siete grupos electrógenos, comprendiendo cada uno una turbina hidráulica de 5.000 caballos, girando á la velocidad de 500 vueltas por minuto, acoplada á un alternador trifásico, del tipo uniforme ya indicado.

Dos grupos electrógenos comprendiendo cada uno una turbina de 450 caballos, acoplada: a) á una primera dinamo, de corriente continua á 125 voltios, de una potencia de 55 kilovatios, destinada á la alimentación de los servicios auxiliares de la fábrica; b) á una segunda dinamo de corriente continua, también de 125 voltios, capaz de asegurar la excitación de los siete alternadores, suponiendo que funcionan simultáneamente. La potencia de esta dinamo es de 195 kilovatios.

D. GRUPO DE LAS FÁBRICAS DEL VALLÉ DEL TET (PIRINEOS ORIENTALES).—Se compone de dos fábricas ya construídas, las de La Cassagne y Fontpédrouse.

1.^o *Fábrica de La Cassagne.*—Para alimentar á esta fábrica se ha transformado un estanque natural, llamado Les Bouillou-ses, en un depósito de embalse, cerrando su desagüe por un muro de 15 metros de altura y de 300, próximamente, de longitud; estas aguas se utilizan para elevar el caudal del Tet en caso de penuria. Una toma practicada en el río, varios kilómetros agua abajo de la presa, las lleva á una cámara de puesta en carga, de donde parten las cañerías forzadas. La altura del salto es, próximamente, de 430 metros. La fábrica está equipada para 5.000 caballos; las generatrices suministran á la vez corriente continua á 800 voltios para abastecer la porción de línea próxima, y corriente trifásica que se envía á las subestaciones alejadas para ser transformada en corriente continua.

Los nuevos proyectos, todavía poco adelantados, comprenden la creación de un estanque artificial de 6 á 10 millones de metros cúbicos en las cercanías de los Bouillousés. El aprovechamiento de esta nueva reserva es verosímil que lleve un refuerzo á la fábrica de La Cassagne.

2.^o *Fábrica de Fontpédrouse.*—Inmediatamente agua abajo de la fábrica anterior, está establecida la toma de agua de la de Fontpédrouse que utiliza las aguas del Têt y las de su afluente Riberolle:

El caudal mínimo de 1.500 litros por segundo, y el salto neto

de 175 metros, aseguran una potencia continua disponible de 2.600 caballos sobre el árbol de las turbinas (esta potencia puede elevarse á 3.600 caballos durante una ó dos horas gracias á las reservas de agua disponibles). El precio de costo del caballo instalado es, próximamente, de 250 francos.

Los dos grupos electrógenos comprenden cada uno una turbina doble del género Pelton y un alternador monofásico de 1.375 kilovatios á 13.500 voltios, 16 $\frac{2}{3}$ períodos.

Están en estudio otras fábricas, pero, según el artículo que extractamos, no pueden todavía darse sobre ellas datos precisos.

Los Estados de la Europa Central y la Convención Internacional del Metro

por

CH.-ED. GUILLAUME

Director de la Oficina internacional
de Pesas y Medidas.

LOS TRABAJOS DE LA OFICINA INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS

En el *Le Génie Civil* se ha dado la traducción de un artículo publicado en la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieuer*, por el Dr. Plato, Consejero íntimo de Gobierno y miembro de la Comisión imperial de Pesas y Medidas. Después del comentario hecho á esta exposición por el Sr. Perot, concebido en un espíritu particular, y tratándose de un asunto que me es familiar, me creo obligado á hacer algunas consideraciones.

El autor se formula en resumen la siguiente pregunta: ¿Es de desear que los Imperios centrales queden adheridos á la Convención del Metro? Se contesta con las dos proposiciones siguientes:

1.^o En los años posteriores á la guerra actual, los representantes de los Imperios centrales tendrán que sufrir en muchos países una acogida totalmente desprovista de cordialidad, lo que hace deseable su abstención en lo referente á las Asociaciones internacionales.

2.^o Respecto al Servicio de Pesas y Medidas, ésta abstención llevará consigo inconvenientes incalculables, debido á las excelentes instalaciones metrológicas que Alemania posee.

Sobre esta segunda proposición es únicamente en lo que yo deseo insistir.

Comparación de las unidades.—La afirmación sobre que gravita toda la argumentación del autor, es de tal naturaleza, que arroja el descrédito sobre los trabajos de la Oficina internacional, y se comprende que yo salga á su defensa. Dice: «Las primeras comparaciones ejecutadas en París llevan la marca de una conciencia admirable y de una meticulosidad notable. ¿Ha existido el mismo cuidado de exactitud en los ensayos aislados que se han practicado más adelante bajo forma más sencilla, y no empleando más que dos unidades de comparación? Esto es lo que no está fuera de duda....».

Es conveniente explicar primeramente la alusión.

La Oficina internacional de Pesas y Medidas debía, antes que todo, realizar, con la cooperación de la Sección francesa de la Comisión internacional del Metro, los prototipos provisionales é internacionales del metro y del kilogramo, pasar después á los prototipos definitivos y determinar las ecuaciones de sus copias nacionales. En este sentido dirigió por consiguiente sus primeros esfuerzos.

Habiendo fijado los métodos de comparación, perfeccionado la termometría, constituído un personal práctico y estudiado los instrumentos auxiliares, dedicó cuatro ó cinco años de un trabajo