

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PRESAS-FÁBRICAS

I

Hace ya algún tiempo, en Octubre del 902, la «Sección de Ginebra de los Antiguos Politécnicos» escuchó con gran interés una brillante conferencia de M. Michel Berthier, sobre un sistema de presa-fábrica propuesto por M. Saugey, Jefe del servicio de la instalación hidroeléctrica de Chèvres, á la que siguió una animada discusión, en la que el Ingeniero Picard, de competencia universalmente reconocida en esta cuestión, aprobó con entusiasmo las ideas expuestas por el conferenciante, explicando la grandísima importancia que reviste para una instalación hidroeléctrica establecida en una corriente de caída variable, todo aumento por pequeño que sea en el trabajo de las turbinas, tanto en altas como en bajas aguas.

La nueva disposición propuesta por M. Saugey para las presas-fábricas, constituye una innovación en materia de fuerzas motrices, tanto más interesante en la actualidad cuanto que esta clase de cuestiones está á la orden del día, hasta el punto de servir de base á los importantes Congresos que la «Hulla Blanca» celebra y á los que concurren la mayor parte del mundo administrativo y técnico que en Francia se interesan en el desarrollo de la industria.

En una de las sesiones de este Congreso, uno de sus miembros reconocía que la industria de las fuerzas motrices constituía una variante en la génesis de producción de fuerzas, y hacia presente que, si bien en algunas regiones la fuerza motriz hidráulica ya ha sustituido casi por completo al vapor y demás medios de producción de fuerza motriz, en otras, por el contrario, lucha con más ó menos ventaja.

En Suiza, dice Mr. Berthier, no se quedan á la zaga en el desarrollo de las fuerzas hidráulicas; los Ingenieros suizos han sido de los primeros en emprender la instalación de importantes empresas y obras notables que á veces han servido de norma para otras posteriores, y los constructores de la misma nacionalidad, tanto de turbinas como de dinamos, adquirieron desde los primeros días una bien sentada reputación que ha rebasado las fronteras de aquella nación.

Por esta causa á los mismos se dirigía en su conferencia, alentándoles á conservar el lugar alcanzado por Ingenieros y constructores en dicho desarrollo industrial, y les excitaba á que tomasen las iniciativas necesarias para que cuantos progresos apareciesen se desarrollasen también cuanto antes en aquel país, aceptando cuantas innovaciones y mejoras puedan dar in-

terés y provecho á la industria de las fuerzas hidráulicas, algún tanto estacionaria á raíz de los últimos adelantos de la electroquímica.

Son ya tan abundantes todas las instalaciones de la clase que nos ocupa, que en la actualidad bastan para satisfacer las necesidades del actual consumo, y por otra parte los años de explotación han podido hacer conocer los buenos y malos resultados alcanzados por cada empresa, de modo que hoy el constructor que tenga un proyecto para llevar á la práctica puede instruirse con todo detalle y gran facilidad en la experiencia por otros adquirida, y, por tanto, cabe perfeccionar las instalaciones existentes.

Así es como el Ingeniero hidráulico se ha dado cuenta de los inconvenientes que pueden ocasionar en la explotación de una instalación la obstrucción de los enrejados y aterramiento de los canales, y para evitar tales defectos prevé y establece disposiciones tales que faciliten en lo sucesivo la limpia de unos y otros.

El mecánico ha observado la diferencia de rendimientos que presentan las turbinas construidas para pequeño desnivel, con las variaciones bastante notables que el salto puede tener, y, en su consecuencia, dirige sus esfuerzos al perfeccionamiento de la distribución en dichas turbinas, á fin de obtener con la misma velocidad un mismo rendimiento para los diversos desniveles de una misma corriente. La regularización de la velocidad será también tema de estudio, pues constantemente es susceptible de perfeccionamiento.

El electricista puede escoger entre los numerosos sistemas adoptados y experimentados hasta el día. Bajo el punto de vista de la distribución de la fuerza, tiene ante sí las distribuciones por corriente continua, con serie ó por corrientes polifásicas, todos ellos empleados en diversos casos y condiciones. Respecto de la instalación interior en la central, podrá conservar la disposición generalmente empleada de cuadro único ó la de cuadros parciales, de empleo más reciente.

Cada uno, pues, en su esfera, deberá instruirse ante las instalaciones existentes, sacando consecuencias prácticas para aceptar lo bueno conseguido y si se puede perfeccionarlo con el fin de encontrar no solamente la solución más económica, sino también aquella que más se aproxime al rendimiento ideal y que ofrezca la mayor seguridad posible.

Un punto queda todavía por explorar y perfeccionar, cual es el de la continuidad de la fuerza, ó, mejor, el de la regularidad del salto, para la utilización de pequeños desniveles en corrientes de volumen variable.

Es por todos sabido que en un río de carácter torrencial, el salto varía con el caudal, supuesto constante el nivel de aguas arriba; es máximo en el estiaje y disminuye á medida que el vo-

lumen arrastrado por el río aumenta, llegando á ser mínimo en altas aguas.

El constructor que se proponga instalar una fábrica de fuerza constante tendrá no sólo que determinar el número y fuerza de sus unidades, según el mínimo gasto del río para el desnivel conocido, sino que también deberá tratar de conseguir un mayor gasto que supla la disminución del desnivel, y, por tanto, menor fuerza. Se verá, pues, obligado á aumentar el número de unidades, que bastarían en el periodo del estiaje, ó á emplear turbinas de construcción complicada, como, por ejemplo, las de ruedas múltiples que entran en funciones á medida del aumento del caudal de la corriente. Lo más general es emplear ambos medios simultáneamente, lo que supone un suplemento en los gastos de instalación, que á veces puede subir á una cifra muy respetable. Una disposición de la fábrica que permita obtener una fuerza sensiblemente constante en todas épocas, con el mínimo de instalación que el estiaje exige, realizaría un progreso indiscutible.

Una de las disposiciones adoptadas con bastante frecuencia en tales casos, es la de presas fábricas, ó sea un conjunto de construcciones que, á la vez que constituyen la presa, tienen la fábrica contigua ó más bien encima de ella, formando dique á través de la corriente, cerrándola por completo y utilizando sobre el terreno, que es la presa misma, la fuerza motriz producida con la retención de las aguas. Esta disposición se emplea en el caso en que no sean de temer inundaciones peligrosas ó perjudiciales para las márgenes del río, producidas por el remanso de las aguas y siempre que la velocidad sea todavía suficiente para el arrastre de las gravas.

La fábrica de Chèvres es una de las primeras aplicaciones hechas de este sistema. Se compone de una gran presa formada por pilas de hormigón, que sirven de apoyo á seis compuertas de fondo del tipo Stoney, de 10 metros de ancho cada una; el edificio contiguo á la presa, en el que se alojan las turbinas, tiene una longitud de 150 metros próximamente. El canal de salida de

nes sin inconvenientes graves que puedan condenar el principio fundamental de su construcción. Las numerosas críticas que se han hecho de ella se refieren á detalles más ó menos secundarios, fácilmente corregibles sin necesidad de desechar el plan general de las obras.

Á mejorar el sistema tiende M. Saugey, llegando á proponer una modificación completa respecto á la colocación de las turbinas en relación con las compuertas de la presa, á fin de utilizar el exceso de caudal de la corriente, que saliendo por las compuertas de fondo con una gran presión, es capaz de producir una cierta cantidad de fuerza motriz. He aquí, pues, un elemento de recuperación del salto perdido en las altas aguas.

La aplicación práctica de este principio descansa en la observación de dos fenómenos de orden diferente, notados durante el funcionamiento de la fábrica de Chèvres:

1.º La comprobación de las pérdidas de carga producidas á la salida del agua de las turbinas provocadas por un remanso desfavorable del exceso de caudal del río sobre las aguas á la salida del canal de escape.

2.º La observación de los fenómenos de aspiración que se presentan aguas abajo de una presa de compuertas de fondo, ejercidos sobre las aguas intermedias, por las que con gran fuerza salen por las compuertas contiguas cuando se hallan abiertas.

Estos últimos fenómenos, muy poco observados y menos estudiados hasta estos últimos tiempos, son de interés excepcional, y reconociéndolo así M. Berthier y M. Saugey, hicieron un gran número de ensayos en diversas condiciones de funcionamiento, hasta llegar á convencerse de que el aumento de desnivel era de suficiente importancia para que una nueva disposición de la instalación pudiera estar basada en la utilización de este aumento en el salto.

Si se observa el nivel de la superficie líquida aguas abajo de una presa formada con compuertas de fondo, se nota que dicho nivel varía de una compuerta á la inmediata, según la amplitud de la abertura de una y otra. Supóngase el caso de la figura 2.ª, en que hay abiertas dos compuertas A y C, entre las que se halla

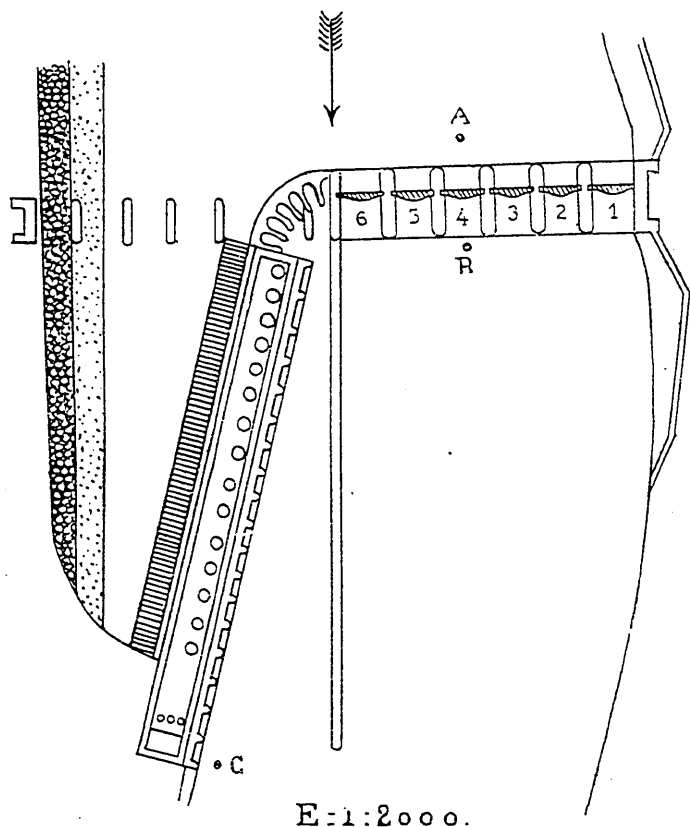


Fig. 1ª - Plano de la presa de Chèvres.

las turbinas se separa del río por medio de un dique que parte de aguas abajo de la presa (fig. 1.ª).

La instalación de Chèvres lleva ya algún tiempo en funcio-

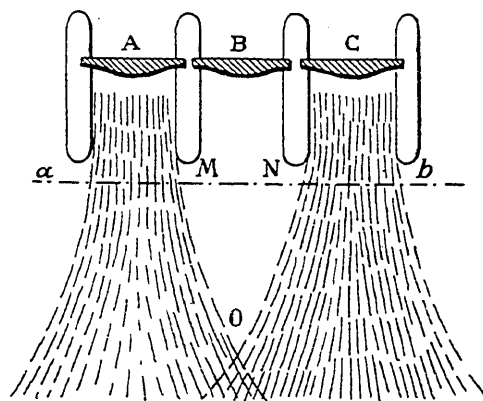
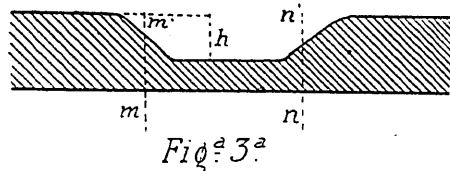


Fig. 2ª

otra, B, (ó un grupo de otras) intermedia cerrada. Los filetes ó chorros líquidos que se escapan con fuerza por las compuertas abiertas, arrastran las partes adyacentes que tranquilas se encuentran detrás de la compuerta cerrada, y se forma, por tal causa, en el espacio comprendido entre la compuerta B y los filetes M O y N O, una cierta depresión h representada en corte según $a b$, en la figura 3.ª Esta depresión permanece constante, á causa de que las corrientes resultantes del efecto mismo de esta depresión sobre las aguas muertas, son insuficientes, á partir de una cierta altura, para equilibrar el volumen de agua impelido por los chorros laterales.

Para fijar las ideas sobre la amplitud de esta depresión basta conocer el resultado de las primitivas experiencias de Berthier y Saugey, llevadas á cabo en la presa de Chèvres abriendo las

compuertas 1 y 4 (fig. 1.^a) 4,80 — 3,10 y 1 m. de altura, mientras que permanecieron cerradas las 2 y 3. Los desniveles se median en la extremidad de aguas abajo de las pilas de la presa, en el chorro de las compuertas en actividad y en el plano



medio de la depresión; á la vez se anotaban en cada experiencia el salto útil de la presa entre el nivel de arriba y el de abajo en el fondo de la depresión, para su comparación con el salto realmente aprovechado en las turbinas, medido por medio de limnímetros en los canales de llegada y salida de las turbinas. He aquí los resultados:

Abertura de las compuertas 1 y 4.	Desnivel enfrente de las compuertas 2 y 3.	Salto en la presa.	Salto en la fábrica.	TOTAL altura ganada.
4,80	2,00	6,30	4,20	2,10
3,10	1,10	7,05	5,35	1,70
1,00	0,80	7,40	6,00	1,40

En estas cifras se ha eliminado la variación sufrida por el nivel de aguas arriba, de una á otra experiencia, lo que había llegado á ser de 0,50 m. próximamente.

En cada ensayo las compuertas 1 y 4 estaban abiertas la misma cantidad y luego se pensó en el caso de una desigual abertura para colocarse en la hipótesis de la práctica en una explotación en las que sería difícil, á menos de una maniobra general automática de las compuertas, obtener á brazo una abertura constantemente igual en todos los cierres. Haciendo variar la amplitud de abertura en la compuerta 4 en relación con la 1 se notó que era necesaria una diferencia bastante grande para que resultase influencia en la depresión. Bastará decir que en el caso de que la abertura en una compuerta sea mitad de la de la otra la depresión se reduce en un 20 por 100 de la que correspondería á una abertura igual á la de la mayor en ambas compuertas. Puede, pues, admitirse la falta de igualdad en la práctica de la maniobra.

Las cifras anteriores demuestran que el desnivel obtenido en la presa comparado con el utilizado en la fábrica da una altura ganada de alguna importancia, mayor que el desnivel resultante de la aspiración sola. Esta diferencia tiene su razón de ser en los fenómenos de la primera categoría antes indicados, ó sea en el efecto desfavorable que el exceso de caudal produce, corriendo por el lecho mismo del río, sobre las aguas que escapan de las turbinas.

Considérese, en efecto, una instalación semejante á la de Chèvres y se encuentra que el nivel del río inmediatamente aguas abajo de la presa es inferior, en virtud de la gran velocidad del agua en dicho punto, al nivel de la misma corriente á una cierta distancia, á la cual el agua ha tomado ya su velocidad normal; pero este nivel es por sí mismo inferior al que toma el agua á la salida de las turbinas á causa de los remolinos desfavorables provocados por las aguas que al escapar de una turbina chocan con las procedentes de las otras contiguas, ó por el choque de las aguas contra las construcciones que sustentan ó forman la instalación. La suma de estas dos causas es la que origina la total diferencia de nivel observada en el cuadro anterior.

Importa, además, notar que la fuerza de aspiración aumenta con el caudal que dejan pasar las compuertas, provocando desniveles cada vez más importantes. Puede, pues, resultar una especie de compensación entre la disminución del salto por el aumento de caudal del río, y el aumento del desnivel efecto de la fuerza de aspiración.

Puede juzgarse del valor de la regularización á que puede llegarse conociendo la cifras extremas obtenidas [por Berthier y Saugey. Con un desnivel medio de 7 metros medido en la presa (eliminada la variación del nivel de aguas arriba), y variando el gasto ó caudal en las proporciones de 1 á 4, ó sea de 200 á 800 metros cúbicos, la diferencia observada entre los niveles extremos en la presa, no excedía de 0,60 m. ó sea menos de un décimo del salto, mientras que para un desnivel medio de 5'20 utilizado realmente en la fábrica, las variaciones en el salto llegan casi al tercio del valor del salto. De aquí que si se pudiese utilizar el desnivel de la presa, el progreso que representa la regularización conseguida sería, según tales cifras, muy de tener en consideración, hasta el punto de casi poder decir que se halla resuelto el problema de la regularización en la práctica, si se considera que el salto se mantiene entre valores relativamente altos con relación á los que se observan en la utilización de la fuerza, y con los cuales sería permitido conservar á las turbinas en todo tiempo con velocidad suficiente, sin que el rendimiento de las máquinas resulte influenciado.

Con este fin de beneficiar á las turbinas del aumento y regularización conseguido en el salto, Saugey propone colocar el canal de salida de las turbinas en los espacios mismos en que se han notado los niveles deprimidos, ó en otros términos, disponer el edificio de turbinas precisamente sobre la presa misma, intercalando una turbina (ó un grupo de ellas) entre cada dos

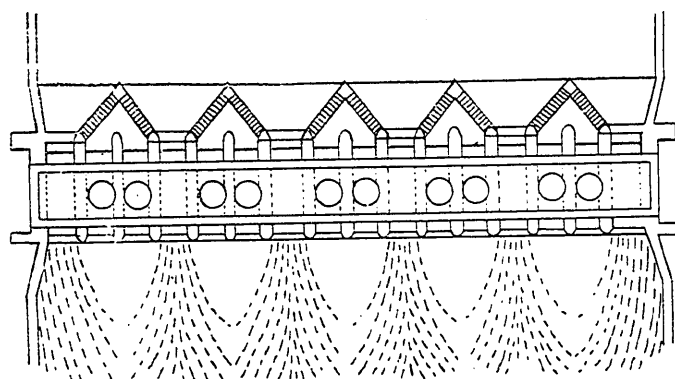


Fig. 4ª

compuertas. De este modo el desnivel realmente utilizado en la fábrica será el que exista entre el nivel de arriba y el de las aguas en la depresión que aparece entre las dos compuertas. En la figura 1.^a se puede ver el plan de una instalación establecida según el sistema de Saugey.

Si se quisiera determinar la potencia necesaria en cada unidad para que la instalación proporcione la misma fuerza constante en toda época, se encuentra que con las diferencias extremas entre los desniveles encontrados en la presa de Chèvres, la fuerza de que se dispondría en el estiaje sería:

$$\frac{75}{100} \times \frac{120.000 \text{ litros} \times 7'30 \text{ m.}}{75} = 8.760 \text{ caballos,}$$

y con altas aguas:

$$\frac{75}{100} \times \frac{120.000 \text{ litros} \times 6'70 \text{ m.}}{75} = 8.040 \text{ caballos.}$$

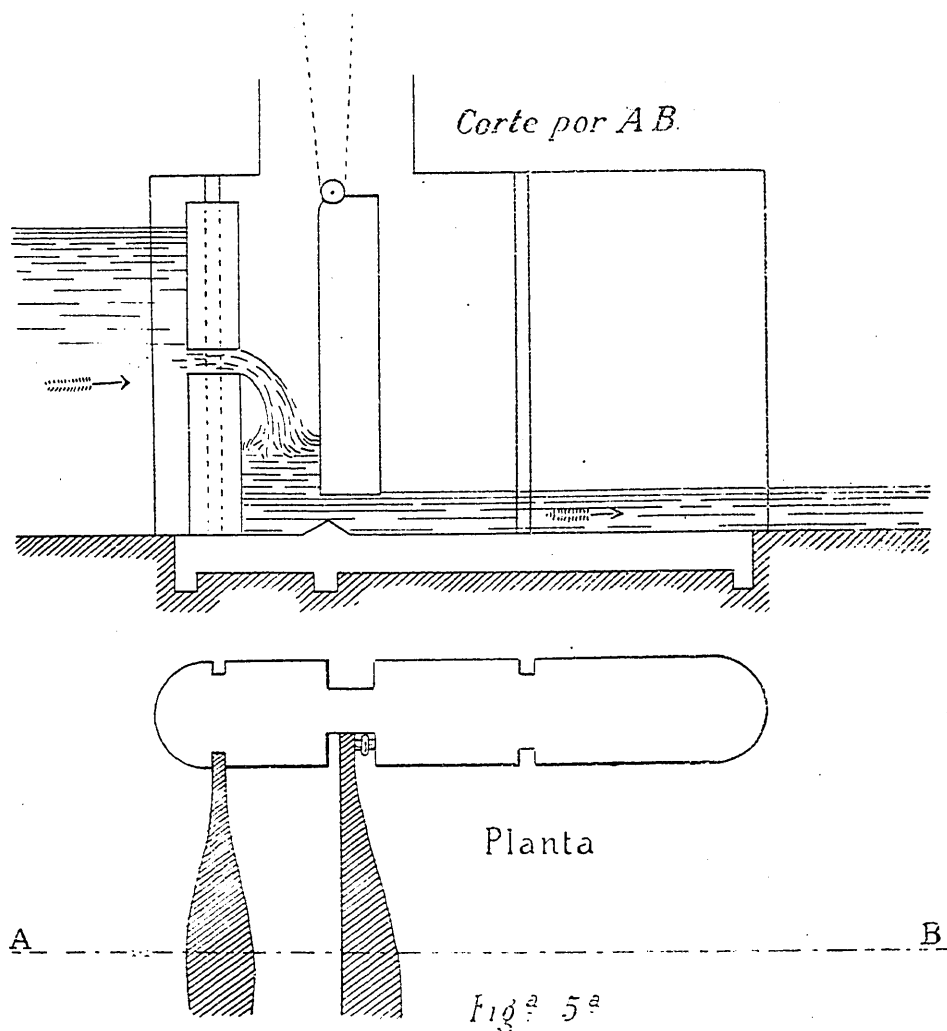
Bastarían 7 turbinas de 1.250 caballos para garantizar en cualquier estación el mínimo utilizable de la fuerza durante el estiaje.

Esta disposición de M. Saugey es ventajosa igualmente bajo el punto de vista de la limpieza de los enrejados, factor importante en la explotación de una instalación hidráulica. Si en tiempos de crecida el personal empleado en la limpieza es insuficiente para quitar los materiales que el río arrastre, puede llegar el caso de tener que parar la marcha de la instalación para evitar un grave accidente. Añádase, además, que los gastos de limpieza en ríos de carácter torrencial pueden alcanzar cifras muy elevadas.

Con el sistema propuesto el peligro se ha suprimido casi en absoluto y los gastos considerablemente reducidos. Basta para ello disponer delante de las cámaras de turbinas un enrejado de planta triangular, de una sección ó desarrollo tan grande como se quiera, y así los materiales flotantes deslizarán sobre las

La estabilidad de la construcción se aumenta en razón á la mayor longitud que tienen las pilas, á fin de que encima pueda instalarse un espacio suficientemente ancho, y además, el peso de la construcción y de las máquinas que contiene la fábrica contribuyen al mismo fin. El conjunto se halla enlazado por bóvedas y pisos que arriostran las diversas partes y eliminan muchas causas de rotura que tienen las obras constituidas por trozos aislados.

Parece, pues, que estas diferentes ventajas señaladas, son bastante importantes para convenir en que este nuevo sistema se impone al estudio en todo proyecto nuevo de instalación hidráulica cuando las condiciones del río lo admitan. Sería deseable que después de un detenido estudio comparativo de esta disposición con las habitualmente empleadas, el constructor se



barras sin detenerse en ellas durante las altas aguas, desapareciendo por las compuertas de fondo. En tiempo ordinario de bajas aguas una maniobra racional de las compuertas favorecerá la evacuación de estos materiales, puesto que al abrir una compuerta se provocará una corriente momentánea desde el enrejado opuesto, la que, atravesando la reja adyacente en sentido inverso, separará los materiales detenidos, empujándolos hacia la corriente de la compuerta. Se ve, pues, que la maniobra es sencilla y económica.

Otra ventaja es la de poder disponer de un edificio de amplias dimensiones, ya que las turbinas no pueden estar tan inmediatas como en el sistema ordinario, al tener que dejar el espacio correspondiente á la compuerta intermedia. Este espacio, que parece excesivo, nunca lo es, sino, por el contrario, muy favorable, sin que los gastos de construcción, por otra parte, sean mayores que en las instalaciones actuales, puesto que las fundaciones de las compuertas y de las turbinas son comunes en ambos sistemas.

diese cuenta de las ventajas y no temiese adoptar lo que aparece como novedad ó innovación.

II

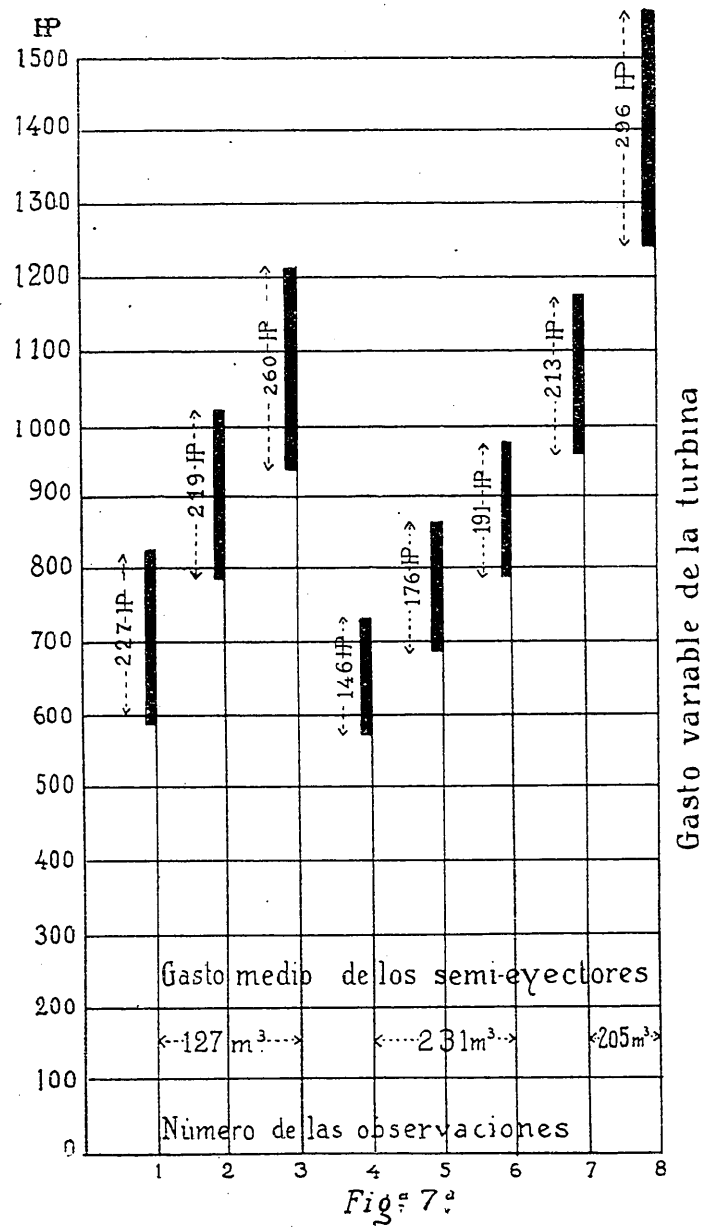
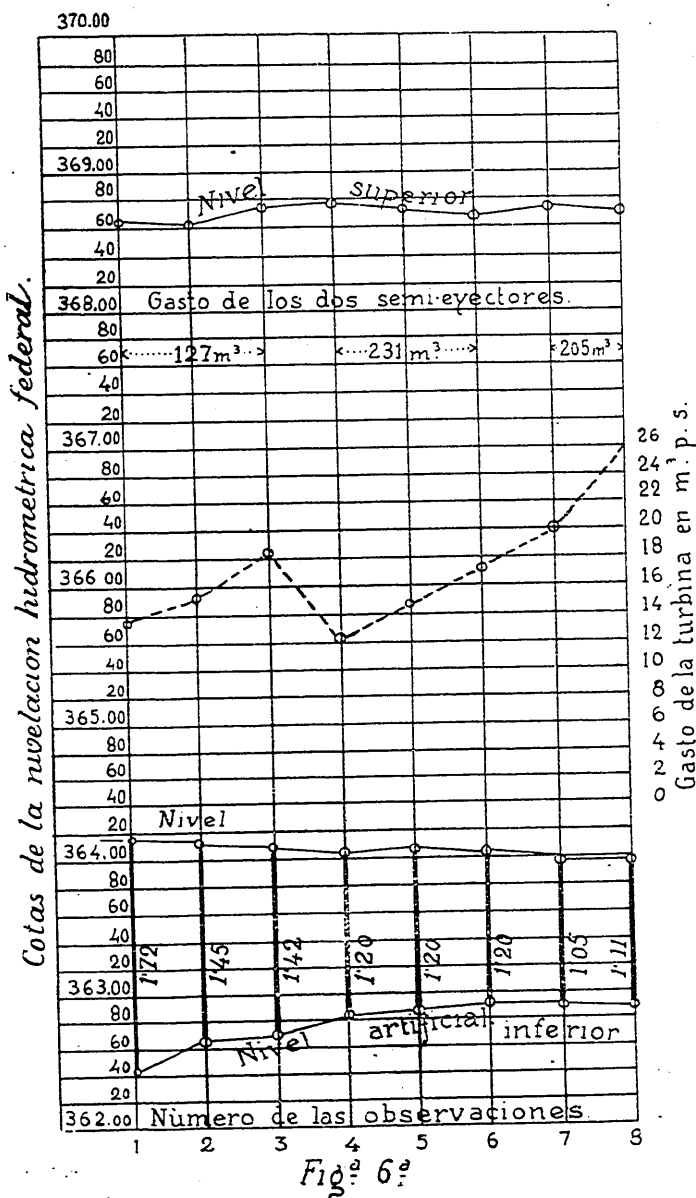
Después de la interesante conferencia de M. Berthier, se han hecho diferentes estudios sobre la recuperación del desnivel durante las crecidas; pero ninguno tan completo como el llevarlo á cabo durante el pasado año de 1905, y cuyos resultados á continuación se dan á conocer.

Los experimentos á que se hace referencia se han hecho en la propia instalación de Chèvres, tan nombrada en la conferencia de Berthier, á cargo de M. Saugey y con la colaboración de M. Betant, Director del servicio de las aguas de Ginebra. (Véase la figura 1.^a)

La compuerta 4 representa una turbina ficticia y para ello deja escapar el agua correspondiente al gasto de una turbina, mientras que las 3 y 5 sirven de eyectores, y para las observaciones

Desnivel producido por dos semieyectores.

HORAS	Abertura de las compuertas. — Metros.		LIMNÍMETROS — Metros.			DESNIVEL — Metros.			Aumento en 0 / 0	Gasto de la turbina — m³ p. s.	Potencia de los saltos en caballos.		Aumento en caballos.	Gasto de los dos semieyectores 3 y 5. — m³ p. s.
	3	5	A	C	B	Natural .	Artificial	Diferencia.			Natural .	Artificial		
						h	h'	h' - h						
8,34	2,00	2,00	368,65	364,12	362,40	4,28	6,25	1,75	37,9	18,15	595	822	227	127
8,54	2,00	2,00	368,66	364,08	362,63	4,58	6,03	1,45	31,6	15,11	692	911	219	127
9,13	2,00	2,00	368,70	364,07	362,65	4,63	6,05	1,42	30,6	18,28	846	1.106	260	127
10,11	3,00	3,60	368,75	364,00	362,80	4,75	5,95	1,20	25,2	12,16	577	723	146	231
10,22	3,00	3,60	368,75	364,05	362,85	4,66	5,86	1,20	25,7	14,67	683	859	171	231
10,33	3,00	3,60	368,66	361,02	362,90	4,64	5,76	1,12	24,1	17,05	788	979	191	231
11,02	3,00	3,20	368,60	363,95	362,90	4,75	5,80	1,05	22,1	20,30	964	1.177	213	205
11,20	3,00	3,20	368,65	363,96	362,85	4,69	5,81	1,11	23,6	26,60	1.233	1.543	293	205



se colocaron los limnómetros *A* y *C*, que miden el desnivel natural del río por la diferencia de los *A* y *C* y el artificial conseguido entre los *A* y *B*.

El experimento consiste en comparar el salto artificial con el natural, haciendo variar el gasto ó caudal de los eyectores ó el de la turbina ficticia, y agrupando luego todos los datos pueden formarse tablas ó gráficos que permitan estimar aproximadamente la potencia suplementaria que producirá una turbina, conocidos su gasto y el de los eyectores de que se disponga.

Los eyectores se aforaron según la fórmula

$$Q = S \times 0,67 \sqrt{2gh}$$

siendo *S* la superficie de salida y *h* el desnivel natural. El gasto de la turbina era más difícil de evaluar, porque era necesario que el agua saliese sin velocidad por la compuerta núm. 4, á fin de realizar las condiciones técnicas de una verdadera turbina. Además variando constantemente el nivel de abajo *B*, era imposible determinar un gasto constante. Se resolvió la dificultad colocando una compuerta auxiliar por delante de la núm. 4, como se ve en la figura 5.^a La compuerta auxiliar podía dividirse en dos partes y así era posible aforar el agua que pasaba entre las dos. Este aforo de la compuerta auxiliar por la compuerta turbina determinaba un gasto fijo, puesto que sólo dependía del nivel superior, sensiblemente constante, y de la abertura de la compuerta auxiliar, rigurosamente invariable mientras duraba cada experimento. Los distintos gastos que se asignaban á la turbina, se obtenían agrandando la abertura, levantando con tornillos la parte superior de la compuerta.

En el cuadro anterior se reúnen los resultados obtenidos después de los ensayos de 16 de Julio de 1905. Aunque se comprende á primera vista la significación de cada columna, conviene hacer presente que la segunda y tercera columna indican la altura de la abertura de las compuertas ó eyectores 3 y 5.

La figura 6.^a representa la recuperación en función de los

El gráfico de la figura 7.^a representa en caballos la recuperación en los mismos ocho ensayos; así se ve que en el tercero se han ganado 260 caballos, siendo así que la fábrica sólo daba en aquel momento 846.

Otras series de ensayos se han encaminado á determinar el más eficaz gasto de los eyectores para un mismo gasto de la turbina y se formó el diagrama de la figura 8.^a que permite reconocer la variación de la potencia ganada con los diversos gastos de las compuertas. Mientras que los eyectores gastaron de 10 á 240 m³ por segundo y la turbina dejaba pasar 15 m³ la variación alcanzó un máximo de 22,2 por 100. Se nota que los mejores resultados se han obtenido para gastos de 120 á 150 m³ en los eyectores, llegándose á la regla práctica de hacer que el gasto de los eyectores sea nueve veces el de la turbina (130 : 15) para obtener el máximo efecto útil.

Un gran número de medidas, tomadas en las condiciones más variadas, permitieron construir diversos abacos, cuyo empleo dió la solución de algunos problemas. Uno de estos abacos se ha reproducido en la figura 9.^a Se halla dividido en cuatro partes, correspondientes á cuatro gastos diferentes de los eyectores, representándose los tres niveles característicos como en la figura 6.^a, y con la indicación de los gastos de la turbina en la parte baja del dibujo. Se observa que para saltos de 4 á 5 metros y gastos de la turbina variando de 12 á 26 m³, es posible obtener aumentos, por recuperación, de 0,70 á 1 metro en el desnivel.

Otras observaciones se hicieron abriendo las compuertas 2 y 6, lo que supone que funcionaban como turbinas las tres intermedias 3, 4 y 5, con un gasto total que alcanzaba como máximo 60 m³; pero en este caso el aumento artificial del desnivel no llegó á cifras tan elevadas como en los ensayos precedentes, pues la anchura de la zona en que el nivel descendía por la aspiración lateral llegaba á ser de 40 metros en lugar de 15 metros.

Se comprobó, sin embargo, que podíase perfectamente dejar

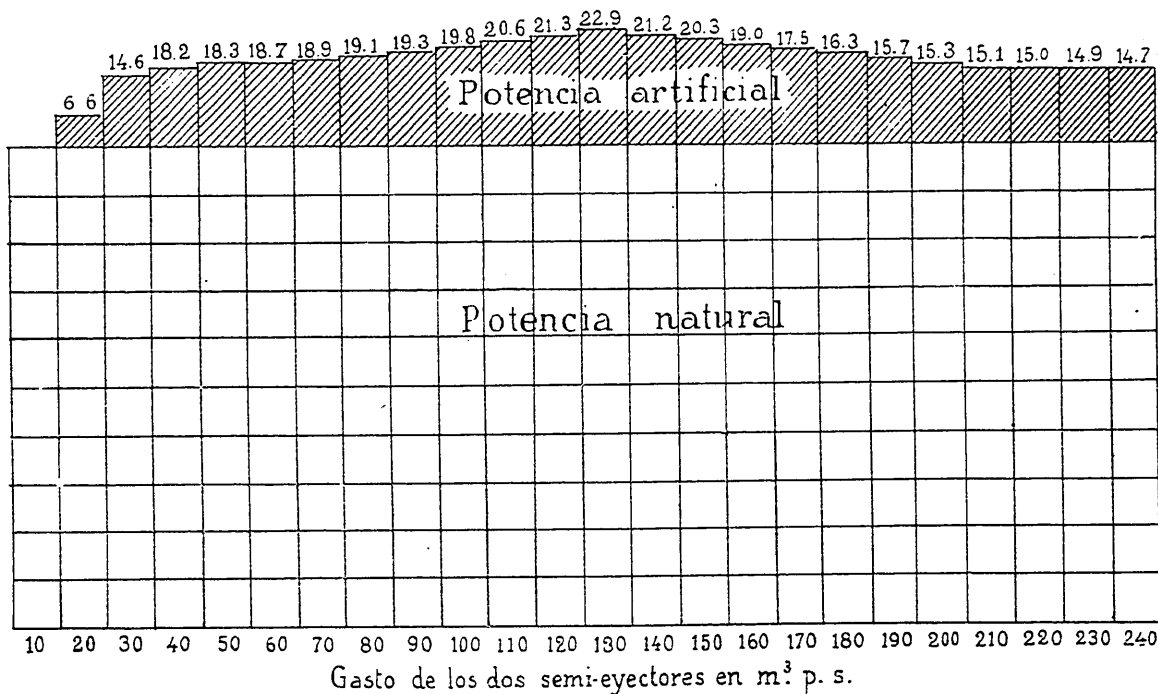


Fig.^a 8^a

gastos de los semieyectores, de la turbina y del desnivel natural. Se marcan perfectamente los niveles superior é inferiores, representando la línea general comprendida entre estos dos últimos el desnivel ganado. La línea de puntos indica el gasto de la turbina. Como ejemplo de lectura en este gráfico puede ponerse el del ensayo núm. 3, en el que con un gasto de 18 m³ para la turbina ficticia y de 127 m³ para los semieyectores, el salto ganado es 1,42 metros, mientras que el natural era de 4,63 m.

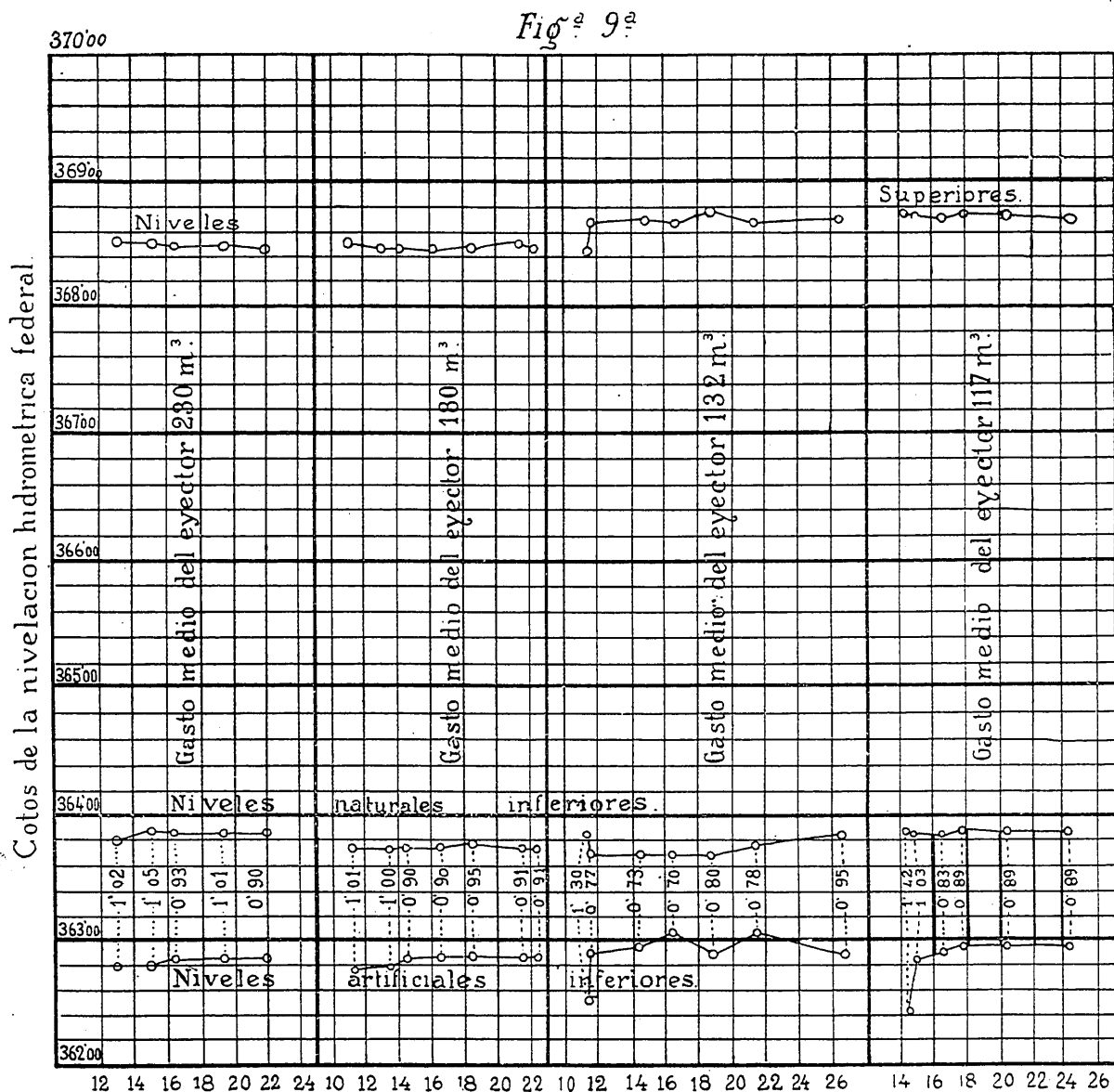
desaguar un grupo de dos á tres turbinas entre dos eyectores.

También se han hecho observaciones en la instalación de Vessy sobre el Arve, en la que el salto de sólo 2,40 metros se reducía á 1,85 en las crecidas, y con una turbina de 1.600 litros se han confirmado los resultados obtenidos en Chèvres, como se verá en el siguiente artículo.

En resumen, la experiencia adquirida y los cálculos hechos hasta el presente, permiten asegurar que con eyectores de 150

á 200 m³ de gasto se puede aumentar en un 15 ó 30 por 100 la potencia de una turbina colocada entre ellos. Esta conclusión tan importante es la que sirve de base fundamental al sistema de Saugey.

misión eléctrica, puede considerarse como un verdadero problema del arte del Ingeniero cuando se plantea en los términos siguientes: suspender un cierto número de hilos con una disposición determinada de manera que se obtenga con el mínimo de



Con los anteriores gráficos puede calcularse entre qué límites variará el rendimiento de la instalación hidráulica de invierno á verano, y este dato servirá de punto de partida al estudio económico de un proyecto determinado, comparando la presa-fábrica con otro tipo de los conocidos.

J. J. L.

TRANSMISION DE LA ENERGÍA A DISTANCIA

En la *Revue de l'Electricité* leemos que M. Semeuza, en una conferencia que ha dado en Italia á propósito de esta cuestión, ha hablado de un asunto de gran actualidad: las líneas modernas para la transmisión eléctrica de la energía. Lo que él ha dicho no es una repetición pura y simple de lo que ya había expuesto en el *American Institute of Electrical Engineers*, puesto que añade datos y expone ideas nuevas que se refieren en gran parte á novedades interesantes introducidas en la instalación del Brembo. M. Semeuza ha llamado la atención de los electricistas italianos sobre la construcción de las líneas aéreas.

El problema de la construcción de una línea aérea para trans-

gastos de instalación ó con el mínimo de los de conservación, la estabilidad necesaria del sistema.

Pero los hilos, según la corriente que transportan, están dispuestos según determinadas figuras geométricas y á distancias determinadas también por leyes electromagnéticas.

En tanto que hay una gran libertad de colocación cuando se trata de un transporte con corriente continua, cuando se trata de corriente alternas, sobre todo polifásicas, hay, por el contrario, que someterse á reglas especiales.

Como los hilos están suspendidos y sostenidos por soportes, las flechas y las tensiones varían con la temperatura y la sobrecarga.

El peso de los hilos y las reacciones se transmiten á los soportes á través de los aisladores, los cuales han de reunir propiedades mecánicas al mismo tiempo que sus propiedades eléctricas de aislamiento; el soporte debe entonces resistir á las reacciones de los hilos y á las acciones que les solicitan de los diferentes lados y todo con el menor coste.

Los soportes pueden ser colocados á distancias más ó menos grandes: es necesario determinar la distancia más ventajosa.

Tal es el problema, ó, mejor aún, el conjunto de problemas eléctricos y mecánicos que es preciso realizar y cuya labor significa, según M. Semeuza, aplicar á las líneas los principios del