

De donde

$$x = 40 \text{ cm.}$$

En los terrenos ligeros de que antes hemos hablado, la presión no deberá exceder de $\frac{1}{8}$ kilogramo = 0,200 kilogramo por centímetro cuadrado, y se hallaría $x = 1$ metro.

Por consiguiente, en un poste gemelo raramente se puede prescindir del macizo.

III. Conclusión.—Se ha podido comprobar que en este estudio se han practicado los cálculos en forma completamente distinta á la usada generalmente, que consiste en determinar primeramente la magnitud de los esfuerzos á que será sometido un poste y á deducir en seguida la sección que éste deberá tener.

Considero que este es un método irracional; en efecto, cuando se construye una línea de alguna importancia, por otras consideraciones que no exponemos aquí, se determina con anticipación la longitud que han de tener los postes; generalmente, se emplean dos tipos de postes (raramente tres), uno normal destinado á la línea corriente en alineación recta ó ligeramente curva y otro reforzado para las curvas más pronunciadas.

El Ingeniero encargado de la construcción, ¿qué conclusión práctica podrá sacar de los cálculos que le indican que en determinado punto es preciso plantar un poste de esta ó de otra sección? Como no puede tener á su disposición todas las secciones posibles, que en realidad no son más que dos ó tres, no tendrá en cuenta para nada los cálculos y dispondrá de los soportes casi á capricho.

Si, por el contrario, sabiendo que no tiene más que dos modelos de postes bien definidos determina con anticipación el esfuerzo máximo de tracción que cada uno de ellos puede soportar, si ha calculado la tracción correspondiente para la separación media de los postes y la flecha, podrá con completo conocimiento de causa dirigir la instalación, elegir los postes, designar los sitios en que hayan de colocarse gemelos, etc., porque el único factor que le quedará para apreciar sobre el terreno (lo que resultará fácil) será el ángulo de desviación de la línea en curva (con el fin de hacer intervenir el coeficiente $2 \sin \frac{\alpha}{2}$). Con un poco de práctica y conociendo lo que puede llamarse las características de los postes y conductores de la línea, todo Ingeniero deberá poder hacer una instalación irreprochable sobre el mismo terreno y sin estudio previo.

Este resultado pudiera ser que algunos lo consideren como modelo, pero si quieren darse bien cuenta de la manera poco racional de la construcción de muchas líneas y de la mala utilización del material empleado que de ello resulta, considerarán que no resulta tiempo perdido el empleado en los cálculos que muy frecuentemente se consideran superfluos.

H.

La fuerza hidráulica que puede utilizarse en España es mayor de diez millones de caballos útiles. ¿Podrán emplearse? (1)

No es extraño que no se haya calculado bien esta fuerza, porque, variando mucho los caudales de agua que llevan los ríos de España durante el año, se ha debido tomar un promedio práctico que resulta pequeño para obtener fuerzas más ó menos constan-

tes para los trabajos á que se destinan. En las presas antiguas ú ordinarias no era posible aprovechar toda el agua que llevaba el río, y, sobre todo las de las grandes avenidas. En la actualidad, tomando la explotación grandes Compañías, es posible construir embalses-lagos, que reciben además el agua de las grandes avenidas, y poco á poco la van soltando, obteniéndose un caudal mucho mayor y constante.

Veamos antes lo que han dicho algunas revistas. Según *La Nature*, en una comunicación presentada no hace mucho por Mr. Surverger á la Sociedad Canadiense de los Ingenieros civiles, sobre la potencia hidráulica disponible en diversas naciones, fija para España sólo 5 millones de caballos de potencia utilizable y 300.000 utilizados. Atendiendo á que los extranjeros, cuando se ocupan de nuestra Nación dan muestras de no conocerla, no es extraño que nos hayan concedido tan poca fuerza. La estadística que trae *L'Exportateur* del 4 de Enero, y, por lo tanto, muy reciente, fija también los caballos efectivos de España en 5 millones y los utilizados en 300.000, siendo estos datos, al parecer, copia de los anteriores. *La Energía Eléctrica* de este año, en la página 211, cree que excede de 5 millones de caballos la fuerza hidráulica utilizable.

Atendiendo: 1.º, á lo mucho que llueve en gran parte de nuestra Nación; 2.º, á su orografía, y por lo mismo á los grandes y numerosos saltos que pueden instalarse con gran economía, y 3.º, á que mucha parte del agua va al mar sin aprovechar, por ser los ríos españoles de variadísimo estiaje, y que hoy es posible regularizarlos formando en el mismo río, por medio de elevadas presas, grandes embalses de agua que se parecen á lagos, creemos que pueden obtenerse en España más de 10 millones de caballos hidráulicos, si llevan á cabo los trabajos grandes Compañías. A éstas les será doble emplear los nuevos procedimientos hidráulicos y transformar la energía mecánica en electricidad en buenas condiciones, que, siendo de gran potencia, servirá para los grandes aprovechamientos lejanos. Pudiendo ser continuo el desarrollo de la fuerza hidráulica, estos 10 millones se igualan á muchos más millones de caballos térmicos, sabiendo aprovechar la corriente eléctrica en todas las horas del día, como ya empieza á explotarse: de día, como fuerza motriz, en fábricas y talleres; desde el oscurecer hasta después de media noche, para iluminación, y desde esta hora á la mañana, dando el fluido á muy bajo precio, para calentar los hornos de pan (1), carga de acumuladores para automóviles, etc., etc. Además, sirve continuamente para la tracción en los ferrocarriles, tranvías, fábricas metalúrgicas, abonos nitrogenados, industrias químicoeléctricas varias, etc., etc.

Para demostrar cómo en España podemos disponer de más de 10 millones de caballos hidráulicos, hay dos procedimientos: 1.º, dando á conocer los aprovechamientos y los saltos pedidos en una vasta región de nuestra Nación, y con esto deducir la de toda España, y 2.º, fijándonos en la superficie inmensa de España, en su irregular y elevada orografía y en la gran cantidad de agua que cae en las más importantes cuencas de recepción.

PRIMER PROCEDIMIENTO.—Fijémonos primero en las concesiones de saltos de agua de una región, por ejemplo, la de Cataluña. La fuerza que pueden disponer aquellas provincias, junto con una pequeña parte de los Pirineos aragoneses, es inmensa, no contando con los saltos que aun pueden pedirse, y si sólo únicamente con las concesiones otorgadas, suben ya á 1.135.000 caballos. Según el erudito y reciente trabajo del Sr. Graells, Secre-

(1) La Sociedad Elektra de Vadenwill, ha instalado en una panadería un horno eléctrico de 11 metros cuadrados de superficie, que ha funcionado bien sin interrupción desde 1911. De los ensayos de la Sociedad suiza de Panaderos resulta que, si se puede disminuir el gasto de instalación y de funcionamiento, el horno de pan de calefacción eléctrica es el mejor por su limpieza y comodidad. (*Industria é Invenções*, año 1917, I, pág. 154.)

(1) Fragmento de la conferencia «Riqueza hidroeléctrica que puede desarrollarse y consumirse en España. Grandes obras ejecutadas», dada en Sevilla durante el último Congreso de las Ciencias.

rio del Fomento de la Producción Nacional de Barcelona, se distribuye en la siguiente forma:

	Caballos.
Alto Pallaresa.....	150.000
Flamisell.....	30.000
Ribagorzana (concesión Sert).....	50.000
Ribagorzana (concesión La Catalana).....	100.000
Conjunto del Valle de Arán.....	200.000
Segre y Balira.....	80.000
Segre y Pallaresa en Camarasa.....	30.000
Ríos de las provincias de Gerona y Barcelona...	100.000
Ebro.....	60.000
SUMA TOTAL...	800.000

Ríos que corren por la provincia de Huesca, pero con aplicación de su fuerza á Cataluña:

	Caballos.
Río Cinca, hasta el pantano de Medio.....	65.000
Cinqueta, totalmente canalizado.....	55.000
Ara, unificando los saltos.....	25.000
Essera, completamente utilizado con sus afluentes.....	19.000
TOTAL.....	335.000

Ambos totales dan un conjunto de 1.135.000 caballos.

Si añadimos los muchos ríos y riachuelos que faltan citar de aquella región, llegará probablemente á millón y medio de caballos la suma de la fuerza de los saltos que pueden formarse en todos estos ríos.

Ahora digo yo: si sólo parte de los ríos de Cataluña y de la provincia de Huesca dan más de un millón de caballos, ¿qué será si añadimos la fuerza que pueden desarrollar los caudalosos ríos Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Turia, Júcar, Miño, Ebro y otros, junto con sus innumerables afluentes, provistos de pantanos reguladores en sus grandes altitudes?

SEGUNDO PROCEDIMIENTO.—Examinemos el problema bajo otro aspecto. Es fácil comprender cómo la fuerza que puede utilizarse en España es mayor de 10 millones de caballos, si nos fijamos en la extensión superficial de nuestra Nación, en sus diferentes altitudes, y sobre todo en la gran cantidad de agua que cae en las partes altas de las cuencas de recepción.

La *orografía de España* nos dice que nuestra Nación es muy rica en saltos de agua. La Península ibérica es una de las más montañosas de Europa; sólo Suiza, Suecia, Noruega y las naciones bálticas le superan en su accidentación. Aquí poseemos altas y largas cordilleras que casi atraviesan nuestra Nación; tales son: la Pirenaica, la Cantábrica, la Astúrica y la Galaica, que forman el grupo septentrional; la Ibérica ó Cantábrica y la Carpeto-Vetónica, que son el grupo central, y la Oretana, la Mariánica ó Sierra Morena, y la Penibética, que constituyen el grupo meridional.

Si examinamos detenidamente los mapas de las regiones montañosas españolas y tenemos en cuenta las numerosas resenas alpinistas, veremos que en España contamos con grandes altitudes y con inmensas zonas y macizos de gran altitud.

Un respetable escritor, ocupándose de nuestra Nación, dice que ha contado 380 altitudes que pasan de 1.000 metros, hallándose en ellas 27 de 3.000 á 3.480 metros, 38 de 2.500 á 3.000 metros y 55 de 2.000 á 2.500 metros, creyendo que la media total de España es de 700 metros. Recordemos que en la meseta

central de Castilla Madrid está á 595 metros de altitud y El Escorial á 927 metros.

El corte del ferrocarril del Norte, desde la frontera francesa á Madrid, y el del ferrocarril de Andalucía, de Madrid á Córdoba, nos indican bastante la orografía de España, teniendo en cuenta que las líneas férreas pasan de un punto á otro con rampas suaves.

Estas altitudes se prestan á la construcción de saltos inmensos, pues que el agua de lluvia debe recorrer grandes y elevadas pendientes. Tanto es así, que algunas Sociedades hidroeléctricas de España cuentan con saltos importantísimos; tales son: el salto de Capdellá, en el río Flamisell (provincia de Lérida), al pie de los Pirineos, que tiene 835 metros de altura de caída; el de Somiedo (Oviedo) es de 550 metros; los de Caralps (Gerona), 473 metros; el de Puente Marín (Pamplona) es de 409,6 metros; la Sociedad general de Fuerzas Hidráulicas de Barcelona, con una caída libre de 140 metros; la Hidroeléctrica Española proyecta la construcción del salto de Dos Aguas, que tiene una altura total de 220 metros, que está situado en la confluencia de los ríos Júcar y Cabriel, y la Hidroeléctrica Ibérica tiene el salto de Andoain, en el río Leizarán (Guipúzcoa), con una altura de 200 metros.

Habría á quien le parezca que la construcción ó instalación de estos saltos tan altos son muy difíciles; no lo crea: hoy, con los grandes elementos que tenemos a nuestro alcance, todo es posible en las construcciones; y para convencerse de ello diré que las obras principiadas en 1913 para el aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas del lago Fullys, situado en los alrededores de Martigny, cantón de Wallis, son para un salto de 1.650 metros.

La tubería, que es de 4 $\frac{1}{2}$ kilómetros de largo, debe soportar, como es consiguiente, hasta 165 atmósferas, teniendo un espesor de 6 á 47 milímetros, con sólo un diámetro de 50 á 60 centímetros. Se comprende fácilmente que, si bien la parte superior de los tubos son sólo de acero, soldados en la parte baja, debiendo resistir tan intensa presión, son tubos de hierro estirado sin soldadura. Si allí ha sido posible tal aprovechamiento, aquí también puede serlo con los que tenemos, si hay capitales suficientes para establecerlos.

Para comprender bien los numerosos é importantísimos saltos que pueden construirse en muchos ríos españoles y la altura de estos canales, bastará fijarnos en la gran pendiente de algunos ríos de España:

El Ebro.—Desde Peñalabra á Reinosa hay un desnivel de 1.254 metros, 80 con un desarrollo de 30 $\frac{1}{2}$ kilómetros, lo que da una pendiente media de 2 $\frac{1}{2}$ por 100, aproximadamente.

Sólo el aprovechamiento de este río en la Canota, término de Mequinenza, que trata de llevar á cabo riegos y fuerzas del Ebro, es de 289.500 caballos de fuerza útil.

El Segre.—Desde Bourg Madame á Pondebar, en un trayecto de 7 $\frac{1}{2}$ kilómetros, hay una diferencia de nivel de 258 metros, ó pendiente media de 3,44 por 100.

De la Seo de Urgel á Orgañá hay 184 metros en 27 kilómetros de recorrido.

De Mequinenza á Bourg Madame hay una diferencia de nivel de 1.078 metros.

El Balira.—Desde el Prat á la Seo de Urgel hay 925 metros, con una pendiente media del 2,3 por 100.

El Noguera-Pallaresa.—Entre Balaguer y la Plana de Beret hay 1.664 metros.

De Fuente de Viella á Cobrazo tiene una diferencia de nivel de 2.229 metros, que, siendo el recorrido de 138 kilómetros, da una pendiente de 1,6 por 100.

G. J. DE GUILLÉN GARCÍA.

(Continuará.)