

3 metros de la parte superior están montados para facilitar el moldeo del resto de los tabiques tan pronto como el cajón esté colocado en su sitio. Para asegurar la estabilidad cada cajón está lastrado con 80 toneladas de arena, próximamente, antes de que se admita el agua en la cala. El calado de los cajones en estas condiciones es de 4,20 metros.

Los cajones flotantes se remolcan hasta el punto en que deben colocarse, al borde de la dársena; su emplazamiento, preliminarmente dragado, se cubre por una capa uniforme de piedras colocadas por buzos. Se coloca el hormigón de los tres últimos metros de la altura del cajón al mismo tiempo que se le llena de arena; cuando su fondo no dista más que 10 centímetros, próximamente, de su asiento de fundación, se amarra un cable de cada lado, arreglándose después la sumersión, que puede reali-

zarse con una precisión de un centímetro con relación al emplazamiento previsto.

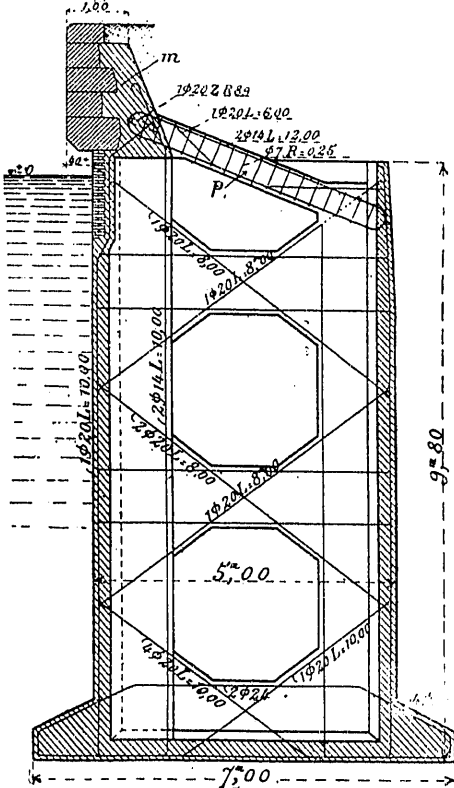


Fig. 6.ª

zarse con una precisión de un centímetro con relación al emplazamiento previsto.

Una vez sumergidos los cajones, se acaba de llenarlos de arena y se hace impermeable la junta de los cajones sucesivos. Para facilitar la unión, cada cajón lleva dos prolongaciones *S* de su cara longitudinal anterior, á cuyo extremo está dispuesta una ranura (fig. 3.ª). Entre las dos ranuras, que están una en frente de otra, se vierte hormigón y se llena el intervalo del cuerpo de los dos cajones con arena. En los ángulos de la dársena, las prolongaciones ranuradas tienen la forma especial que se indica en *S'* en la figura 3.ª

Para establecer el muelle propiamente dicho, se coloca sobre la fila de cajones, como ya hemos dicho, un borde de mampostería de hormigón y de granito elevado 2,50 metros, próximamente, sobre el cero. Este borde comprende un macizo longitudinal de hormigón armado *m* (fig. 6.ª), solidarizado con la parte posterior del cajón por unas vigas *p* de hormigón armado. Estas vigas tienen por efecto aumentar la resistencia del muelle propiamente dicho contra los golpes de las olas, el choque de los buques ó la tracción de las amarras sobre las bitas, que están precisamente ancladas en el macizo *m*.

El conjunto de la construcción ha llevado consigo el empleo de 22.000 metros cúbicos de hormigón y de 700 toneladas de

## La energía hidroeléctrica de España

POA

D. J. URRUTIA (1)

I

### Situación legal de la riqueza hidroeléctrica.

Hasta el presente, no obstante los conceptos generales que preceden, el Estado español, en materia que tanto debiera importar, se ha limitado á interpretar malamente una ley de fecha remota, redactada sin el menor atisbo de la trascendencia que en la actualidad ha llegado á adquirir el agua que se precipita por nuestros ríos como productora de energía; y si bien en aquélla se establece el principio de que son propiedad del Estado todos los cursos de agua, en cuanto ésta sale del predio particular donde quizás naciera, de hecho renuncia á su concepto de propietario, al establecer la concesión á perpetuidad sin restricción alguna, con lo cual, aquel derecho, más bien es hipotético que real, ya que si no es por oposición de tercero, ninguna concesión se niega por el Estado.

Por otra parte, se debe consignar que la actual ley de Aguas, sólo parcialmente y de un modo secundario, se ocupa del uso que del líquido elemento puede hacerse como manantial de energía. El legislador, en armonía con el estado de la industria de aquella época, concedió escasísima importancia á la parte de la ley con ella relacionada; fijándose especialmente en otros usos del agua, como son los de abastecimiento de poblaciones y riegos, que por entonces se consideraban de más trascendencia y ante los cuales los demás, aun los canales de navegación, tenían un reducidísimo valor.

Al presente, la riqueza hidroeléctrica, llamémosla así, por ser indispensable en términos generales el intermedio de la corriente eléctrica para poder utilizar los innumerables é importantes saltos de nuestra Nación, tiene una importancia decisiva en la industria actual y la tendrá mucho mayor en la futura, de la cual, aquélla sólo representa una mínima parte de ésta, que, si cupiera cifrarla, pudiera asegurarse que la relación de una á otra no será mayor de  $\frac{1}{10}$ .

Si España quiere alcanzar el rango industrial que le corresponde en el concierto de los pueblos civilizados, le es necesario realizar el plan de que se trata en este folleto, so pena de dar una nota discordante, que á más de ser la manifestación de su ruina, dejaría mal parado nuestro prestigio nacional; y por la íntima relación que con dicho plan tiene, vamos á comentar someramente la ley de Aguas y la intervención que por ésta ejerce el Estado.

Guiado el legislador por el espíritu liberal de la época, no obstante conceptual al Estado propietario único de la riqueza hidráulica, dejó á merced de las iniciativas particulares la suerte

(1) Estando ultimándose el proyecto de ley de aprovechamiento de fuerza hidráulica, es de actualidad el tema planteado en este interesante trabajo.

del desarrollo de una riqueza cuya importancia estaba muy lejos de vislumbrar; dando lugar con ello á que cayera una de las mejores partes del patrimonio natural de la Nación en manos de especuladores, cuya condición nunca fué discutida por la Administración, que vino á convertirse inconscientemente en amparadora de los detentadores de una riqueza que nunca debió concedérseles, sin la garantía más absoluta de que sería puesta inmediatamente en actividad.

Ciertamente que una parte, aunque mínima, de las concesiones fué otorgada á industriales de buena fe, que han creado industrias importantes; pero las más de las concesiones puestas en actividad hubieron de comprarse á especuladores, y, en manos de éstos, se encuentra quizás más del 80 por 100 de los saltos aún posibles en España, constituyendo estos negociantes el mayor obstáculo para la construcción de aquéllos; obstáculo que sólo puede salvarse, pagando las grandes cantidades que la codicia de dichos especuladores exige por no *estorbar*: Esta es la única justificación de sus pretensiones, que se asienta en lo que legalmente les concedió el Estado, y que nada les costó y nada piensan gastar, aunque otra cosa ofrecieran en escritos rimbombantes, llenos de halagüeñas promesas, en los proyectos que motivaron el otorgamiento de sus concesiones.

Hora es ya, aunque no sea más que por razones de decoro y patriotismo, de que desaparezca la ficción legal que permite tan lamentable estado de cosas; pues con ello quedarán á disposición de los industriales de buena fe, cerca del 90 por 100 de la total riqueza hidroeléctrica que puede crearse, en tanto que, actualmente, será muy difícil encontrar, en lo más recóndito de nuestros ríos y arroyos, un salto de agua que valga la pena de tomarse en consideración y que no esté solicitado ó concedido, lo que en definitiva quiere decir acaparado.

Como muestra puede citarse alguna concesión otorgada el año 83 del siglo pasado, que hoy se halla en manos de personas que nada hicieron nunca ni piensan hacer, en espera del industrial que les pague una prima. Otro hecho tan significativo como inculicable es el de que, á una sola persona, que ni siquiera fué español, se le concedieran hasta 34 aprovechamientos de otros tantos saltos, cuya construcción exigiría más de un centenar de millones, sin que el Estado tomase la más elemental medida para asegurar la construcción de uno sólo. Excusado es decir que, aunque van transcurridos algunos lustros, las concesiones no pasaron de tal condición, sin que á los poseedores actuales se les pueda reprochar nada, porque siempre cumplieron con los requisitos de la ley, tal como la Administración la interpreta: siendo este un caso de los mil que podríamos citar. Que esto es escandaloso, nadie puede negarlo, así como que no es posible continúe por más tiempo una situación legal que permite tales cosas.

Jamás debió el Estado enajenar la propiedad de una riqueza pública, natural y perpetua, que, por otra parte, no ha sido preciso descubrir, pues se halla en la superficie, á la vista de quien con criterio industrial ha podido ir apreciando su adaptación á las necesidades de la industria á medida que ésta ha ido progresando.

Esta riqueza, que con carácter común la heredamos de nuestros mayores, sólo por ignorancia del legislador ha podido ser sustraída al común usufructo de las generaciones actuales y venideras.

No cabe, por otro lado, compararla con la riqueza minera, que es limitada y que una vez descubierta, sólo puede ser utilizada por las generaciones cuyas necesidades determinen su agotamiento; pues, las más de las veces, esta riqueza es ignorada y

generalmente se determina su existencia por el ingenio y sacrificios económicos de los particulares, y aun así sólo se justifica esa dejación del Estado por su mala condición para industrial.

## II

### Actuación conveniente del Estado.

La primera debe ser recuperar lo que por desidia é inadvertencia ha dejado perder, y si bien es cierto que para ello bastaría el que la ley actual, aunque rudimentaria, se aplicara en su espíritu, sin permitir mixtificaciones que hacen una ficción de los preceptos más esenciales; es ya la tolerancia consentida y la adulteración de los principios que la inspiraron, que, por haber caído éstos en desuso, es imposible hacerlos resurgir, porque á ello se opondría todo el sistema de funcionalismo administrativo que, por *ley de la costumbre*, ha convertido en esencia la forma de interpretar en favor exclusivo de intereses particulares, principios que debieron mantenerse intangibles.

¿Por qué ha de entregar el Estado una riqueza tan importante á personas que no ofrecen una garantía seria de cumplir lo que prometen, y de los cuales no se sabe que dispongan de medios económicos para realizar lo que proyectan?

Para evitar esto y el grave inconveniente de los prejuicios, será mucho mejor dictar una ley nueva, precisa, que no dé lugar á que la Administración pública, por incuria, deje perder algo que es necesario conservar y le permita recuperar una riqueza decisiva para el progreso nacional, hoy abandonada: todo puede hacerse sin perjuicio de respetar aquello que dentro de la más estricta moral debe ser respetado.

Diversos criterios puede seguir el Estado para la administración de su riqueza hidroeléctrica, para lo que le bastará seguir el ejemplo de otras naciones que se han preocupado, como el problema lo merece, de resolverlo en las condiciones más ventajosas para la economía nacional; sin perjuicio de dejar un aliciente, *legítimo y amplio*, al capital y de que la industria no sufra trabas ni inconvenientes que la perjudiquen en su desarrollo, ya que de éste depende fundamentalmente el de la riqueza nacional.

Algunos países, como el Canadá, han hecho una estadística completa y bien estudiada de su riqueza hidroeléctrica; relacionando entre sí la importancia y posible actuación de las principales regiones de producción hidroeléctrica, y, á su vez, con las condiciones industriales y, en general, de consumo presente y futuro de todo el país. Teniendo esto en cuenta, han establecido las bases generales para la realización de los aprovechamientos que deben construirse, de las líneas de transporte y redes de distribución de energía de los principales centros ó regiones de aplicación de la misma, condicionando igualmente el modo de su distribución, tanto por lo que se refiere á su aspecto técnico como al administrativo, y manteniendo como principio indiscutible la propiedad del Estado, que no enajena, y sólo concede su utilización en un plazo limitado, estableciendo ciertas reservas en cuanto al destino y precio de la energía, y, principalmente, para la que pueda utilizarse en servicios públicos.

Otros Estados, cuya legislación antigua concede estos aprovechamientos exclusivamente á los ribereños, han limitado el alcance de este derecho á los saltos de poca importancia, y partiendo asimismo del principio de la propiedad indiscutible de tal riqueza, en cuanto puede afectar á la general del país, si bien han dejado á los particulares el proponer los aprovechamientos, han establecido normas para su reversión, y condicionado su explotación, con la reserva de una parte de la energía, á precios determinados, para destinarla preferentemente á servicios públicos, nacionales ó municipales; llegando algunos Estados, como

Noruega, á reservarse el derecho de intervenir en la venta de la energía producida por particulares, en lo que se relaciona con su aplicación á determinadas industrias, con el precio de venta de la energía, con la importancia de los contratos cuando se trata de consumos superiores á 500 kilovatios, y, por último, con la actuación de los extranjeros; tendiendo á favorecer muy especialmente la mano de obra y capital nacionales.

En otros países, partiendo del mismo principio de propiedad del Estado, se anula el antiguo derecho de los ribereños, dejando, no obstante, á la iniciativa particular el solicitar los aprovechamientos; pero se admiten en controversia proyectos de mejora, bien sea por su importancia, por el concepto de utilidad, por precio de energía, etc., dando á la prioridad el derecho de tanteo, y, de no utilizarse éste, el de reintegro de los gastos que el primer solicitante hubiere tenido. También se imponen condiciones de reversión en plazos variables, según los casos, de treinta á setenta y cinco años, además de la preferencia en el usufructo ulterior de una parte de la energía para servicios públicos del Estado y de las comunidades, en condiciones de precio que en cada caso se determinan; aparte de otras condiciones de orden puramente fiscal.

En otros países, por fin (algún cantón Suizo,) manteniendo el antiguo derecho de los ribereños, lo convierten en obligación para la realización, en condiciones determinadas, de aquellos proyectos que el Estado estima de utilidad pública, viniendo con ello á establecer un nuevo derecho, derivado del que el Estado tiene de intervenir en todo lo que afecta á la utilidad pública.

En casi todos estos sistemas establece el Estado un impuesto especial por unidad de potencia utilizada, si bien para los aprovechamientos pequeños, por ejemplo, los menores de 15 kilovatios, se les exime de esta gabela.

En todos los sistemas bosquejados mantiene el Estado el derecho de propiedad de los ríos, en cuanto su aprovechamiento puede afectar á la utilidad pública; especialmente en los grandes saltos, llegando en algunos países, como en Suiza y Suecia, á la explotación directa de los de extraordinaria importancia. Suecia explota tres saltos situados al Norte, que suponen una potencia de 150.000 kilovatios, y otros en las regiones del Sur, teniendo actualmente electrificado, con energía de aquéllos, el ferrocarril minero de Kiruma. Es esto más digno de llamar la atención, cuanto que el Estado sueco, respetando aún el derecho de los ribereños, se venía limitando á estimular á éstos para que, dentro de aquél, procuraran desarrollar la producción de energía hidroeléctrica.

Nuestra liberrima ley de Aguas, no obstante consignar como ninguna que es propiedad indiscutible del Estado todo aprovechamiento, sin tener en cuenta su importancia, es interpretada por la Administración en forma que de hecho, como en otro lugar se dice, no existe tal derecho de propiedad.

Dadas las corrientes actuales de sociología económica y los ejemplos citados, los gobernantes no deben mantener por más tiempo tal estado de cosas, so pena de incurrir en responsabilidades que por lo menos harán poco honor á su nombre y previsión en generaciones venideras.

Por entenderlo así los demás pueblos civilizados, algunos de los cuales, hasta hace poco tiempo, habían dado escasa importancia a este asunto, se vienen estos últimos años preocupando de él de una manera especial por haber visto que la energía hidroeléctrica tiene un valor decisivo en el desenvolvimiento de la riqueza nacional.

Con lo expuesto queda demostrada la importancia de que el Estado conserve eficazmente su condición de propietario y establezca reglas que permitan sacar el máximo de beneficios de la

riqueza que ha de desarrollarse sobre la natural que hoy posee, obteniendo de ella el mayor producto con el menor tiempo y gasto posibles, porque, en los demás aspectos del asunto, su mala administración puede tener ulterior rectificación; pero no así su mala y cara utilización, que, una vez realizada, no puede corregirse.

La riqueza nacional hidroeléctrica de utilización inmediata, estimada muy prudentemente en más de 2 millones de kilovatios, no puede alcanzar ni el 50 por 100 de esa cifra, si se desarrolla sobre la base de las concesiones actuales; y aun en el supuesto de que todas éstas fueran realizables, el coste unitario de la energía sería más del doble del que fuera preciso con una utilización efectuada con amplio criterio técnico, sin el pie forzado de la actual situación legal, que obliga á una actuación divisionaria llevada al extremo.

Pocas consideraciones bastan para probar estas afirmaciones. La situación de la mayor parte de los saltos concedidos y su relativa poca importancia, les hace inaplicables para transporte de energía á gran distancia; su utilización *in situ* ó en una región próxima, es en muchos imposible y en otros improbable, con lo cual por ahora, y por el tiempo en que pueden hacerse apreciaciones, muchísimas de las concesiones actuales no pasarán a ser una realidad. Esto supone una gran pérdida de la energía hidroeléctrica nacional. De otro lado, el coste unitario, generalmente disminuye considerablemente con la potencia del salto que se trata de crear, y los gastos de explotación disminuyen aún en mayor proporción.

Ejemplos de instalaciones actuales de nuestra nación dan las cifras siguientes:

Capacidad de la instalación, kilovatio,.....	500	2.500	6.000	12.000	20.000
Coste por kilovatio instalado, pesetas.....	2.100	1.750	1.330	407	345
Gastos anuales por kilovatio, ídem.....	40	30	22	6	4,50

Ellas son la comprobación de lo dicho y ponen de manifiesto la consecuencia siguiente:

La energía hidroeléctrica nacional debe utilizarse en saltos lo más grandes posible para obtenerla al minimum de coste y al minimum de gastos de explotación.

Cierto que esto no será seguramente en todos los casos lo que más convenga á los industriales que se ven precisados á estudiar el problema suyo particular, teniendo en cuenta las propias necesidades y el capital de que disponen, pero no lo es menos que el Estado tiene necesidad de mirar el problema en su aspecto general, y sólo debe consentir fraccionamientos cuando las condiciones naturales ó industriales no permitan la utilización en grandes saltos, por suponer lo primero una pérdida irreparable en la economía nacional, que sólo como mal menor deba admitirse.

Para llevar á la práctica estas ideas se necesita: primero, tener conciencia cierta, ó por lo menos aproximada, de la situación y valor de la energía hidroeléctrica; segundo, estudiar su mejor distribución en relación con la mayor utilización y mayor cooperación al desarrollo industrial, que es el que en definitiva interesa al Estado, que con ello verá acrecentada su riqueza nacional, y tercero, conocer la necesidad ó conveniencia y posibilidad económica de convertir la energía potencial de los saltos en energía actual, utilizable en corriente eléctrica.

Para realizar lo primero se necesita hacer un estudio completo de la extensión y condiciones hidrográficas de las cuencas de los ríos y aun arroyos de alguna importancia y gran pendiente.

te, comprendiendo en él la orografía, el régimen de lluvias, la mayor ó menor permeabilidad del suelo y rapidez de precipitación de las aguas, el régimen del caudal de los ríos; la posibilidad de corrección de sus irregularidades con embalses en la zona alta del curso de los mismos para mayor y más regular producción de energía y, en muchos casos, para crear aprovechamientos que sin dicha regulación son industrialmente imposibles (utilizando al mismo tiempo esta regulación para fines agrícolas en la zona baja de sus cuencas); la pendiente de su curso, señalando los puntos especiales en que por ser más pronunciada son los más indicados para el establecimiento de saltos, así como también la extensión de los tramos de río que deben corresponder á cada aprovechamiento (1).

Para lo segundo debe estudiarse con relación á la importancia de cada salto: a) Su radio de acción que, por hoy, para los grandes de 15.000 ó más kilovatios el límite es de 400 kilómetros de longitud, que en nuestra Península no es preciso alcanzar, porque antes de llegar á ese límite con relación á un salto, se entra en el radio de acción de otro situado á mucha menor distancia. b) Posibilidad y conveniencia de relación de saltos de distintas regiones, para compensar entre sí defectos de caudal, cuando los mínimos respectivos no coinciden en tiempo. c) Necesidades industriales, actuales y futuras, que pueden preverse en la zona de acción de un salto ó de un conjunto de ellos, por el probable desarrollo de la industria, entre otras razones, por disponer de energía eléctrica barata.

Y para conocer lo tercero, se necesita un estudio de la importancia económica del consumo inmediato, al suministrar energía eléctrica á las zonas industriales á que pueden alcanzar los transportes eléctricos, y el costo de los saltos ó instalaciones mecánicas y eléctricas necesarias para la producción y distribución de la corriente; deduciendo, en su consecuencia, hasta qué punto es necesaria y conveniente la producción de energía eléctrica en la zona de que se trata, con lo cual se determina hasta qué límite puede desarrollarse la industria hidroeléctrica, con las naturales ventajas económicas que deben siempre acompañar á todo negocio industrial.

Todos estos aspectos han de estudiarse por conceptos generales, que, aun expuestos á rectificaciones importantes, siempre darán lugar á ideas más aproximadas á la realidad que una serie de estudios prolijos, que necesariamente habrían de fundarse en supuestos no siempre exactos y cuyas consecuencias, por acumulación de errores, serían menos precisas.

Formado juicio por parte del Estado de lo más conveniente para obtener el mayor y más rápido beneficio de la riqueza de que se trata, deberá tomar las medidas conducentes á su libre actuación, y entre ellas la incautación de todas las concesiones actuales que en esencia se hallan en caducidad por no efectuarse la construcción con la importancia y rapidez que la naturaleza de las obras proyectadas exige; no admitiéndose justificaciones documentales que, hasta el presente, tienen por único objeto buscar medios legales de mantener el derecho á las concesiones, sin la obligación de realizarlas; debiendo decretar caducadas cuantas no hayan cumplido real y efectivamente con las prescripciones que la regularon, cuantas hayan sido prorrogadas ó modificadas ó pedido la modificación ó prórroga, que no estén en período de

construcción activa ó no tuvieren ejecutadas todas las obras que, apreciadas con criterio técnico, debieron de realizarse en el espacio de tiempo que medió entre la primera concesión y la fecha de la modificación ó prórroga; lo cual no debe ser óbice para que el Estado, ateniéndose al principio de moral antes indicado, respoete los derechos de los concesionarios que cumplieron sin mixtificaciones y de una manera efectiva las condiciones que regulan su concesión, y para que si fuera preciso ó conveniente el rescate de dichas concesiones, se valoren por el costo de elaboración del proyecto, el de las obras ejecutadas y la parte proporcional de afección que, relativamente, ha de ser cantidad reducida.

Toda concesión cuyas condiciones se cumplieren sin ninguno de los vicios señalados, debe dar derecho á su poseedor á aceptar el criterio de la nueva ley, y en su defecto, á las indemnizaciones antes señaladas.

### III

#### Ideas esenciales sobre un plan general de producción de energía hidroeléctrica y distribución de ésta para todos los servicios nacionales en que puede tener ventajosa aplicación.

A modo de ensayo, y con los datos que del conocimiento del país, de la industria hidroeléctrica y de las cuencas de los ríos posee el que suscribe, se bosqueja á continuación un programa del posible desarrollo hidroeléctrico español.

En el folleto denominado *La energía hidroeléctrica de España y sus aplicaciones*, se indica en líneas generales la situación é importancia de los principales saltos de agua de España. Tenemos, pues, las ideas esenciales del primero y principal elemento. Los grandes saltos construídos, mayores de 750 kilovatios, suman 246.000 kilovatios; los que están en construcción, representan un total de 145.000 kilovatios, y los grandes saltos ó grupos de ellos, de posible y ventajosa construcción, pueden integrar más de 900.000 kilovatios, cifra que con las precedentes señalan la trascendental importancia que en el período de algunos años puede alcanzar la producción hidroeléctrica española, sin que esto quiera decir que no queden mayores reservas de energía hidráulica utilizables, las cuales se mencionan en el folleto referido.

Se acompañan unos estados en los que aparecen los saltos construídos superiores á 750 kilovatios y los grandes saltos en construcción. También va otro estado de los aprovechamientos más importantes que hay en proyecto, y cuya ejecución bastará para la realización de un primer plan hidroeléctrico general de utilización en toda España. Los de menor importancia, aun los que permiten ventajosamente el transporte de la energía que pueden producir a alguna distancia (20 á 100 kilómetros), deben considerarse de utilización regional y, por lo tanto, de acción limitada, y los de capacidad pequeña, de acción más restringida, son utilizables principalmente para aprovechamiento *in situ* en la margen de los ríos, y sólo son adecuados para industrias de no gran potencia que no tengan puntos ó zonas de situación determinados por otras causas ajenas á la energía.

Indicadas las disponibilidades de ésta, hagamos una exposición somera de las regiones en que puede presumirse habrá en fecha inmediata consumo de energía en grandes cantidades.

Con carácter general debe admitirse que las redes de ferrocarril de nuestro país han de electrificarse en fecha no remota comenzando por las zonas de tráfico más intenso y en las grandes rampas, para llegar en plazo más ó menos largo á la sustitución

(1) Téngase presente que en la llamada política hidráulica, mejor ideada que desarrollada, se ha omitido hasta ahora la importancia industrial del plan de regularización del caudal de nuestros ríos, y, sin embargo, es tal su importancia, que por sí sola justifica el estudio de un plan general de embalses, lo cual quiere decir que tenidas en cuenta las dos orientaciones industrial y agrícola, los beneficios que podrían obtenerse son incalculables, por lo que demorar su estudio combinado constituirá un abandono lamentable.

total de la tracción por vapor; y como el sistema general de caminos de hierro, en definitiva revierte al E-tado, es elemental que, para entonces, éste se preocupe de proveerse de energía del manantial natural y nacional que posee, debiéndose, por lo tanto, considerar que nuestras vías férreas son un presunto e importante consumidor de energía.

Estando repartidos los ferrocarriles por todo el territorio nacional, las redes de distribución de energía deben tener el necesario desarrollo para llegar á cuantos puntos de alimentación pueden ser precisos para la electrificación indicada.

Fuera de esta aplicación y la del alumbrado, hoy casi en su totalidad servido por energía eléctrica de saltos en explotación, y que, por lo tanto, no son del caso en estas notas, las necesidades industriales presentes y, sobre todo, las del porvenir, se concentrarán en las zonas que por sus condiciones naturales ó por hábitos industriales están preparadas para facilitar el desarrollo de la industria.

Por orden de importancia debe hacerse, con probabilidades de acierto, la siguiente clasificación de las principales zonas de consumo:

Cataluña, principalmente Barcelona y su región, y Tarragona; las Vascongadas, principalmente Vizcaya, y dentro de ésta Bilbao y la zona del Nervión; Valencia, la capital y la zona de la huerta; Alicante, toda la provincia, y principalmente Alcoy; Murcia, la capital y su huerta, y más principalmente la zona minera de Cartagena, La Unión y Mazarrón; Santander y las proximidades de la capital y zona minera, pudiéndose, además, prever algún consumo muy importante en la parte alta vertiente al Ebro. En León, por sus condiciones mineras, es de presumir un gran desarrollo industrial, que motive un extraordinario consumo de energía en la cuenca del Sil; en Asturias, y principalmente en Gijón y su zona, donde se dispone de combustible barato, es de presumir se desarrollen industrias que determinen un gran consumo de energía; en Sevilla existe una base industrial que, unida a las condiciones de su puerto, permiten esperar un gran desarrollo de la industria. En Jaén la minería puede determinar gran consumo de energía. En Córdoba la minería y la industria también han de determinar gran consumo, así como en Almería y Huelva la minería. Seguirán en importancia de consumo otras provincias del litoral, como La Coruña, Pontevedra, Málaga, Cádiz, Castellón y Gerona.

Del Interior, á Madrid, Zaragoza, Valladolid, Guadalajara, Ciudad Real, Navarra, Logroño, Lérida, Palencia y Granada, puede suponerse en condiciones de permitir importantes desarrollos industriales. En las demás provincias, por ahora, salvo contingencias inesperadas, no puede presumirse haya un rápido desarrollo de una industria que, con excepción de la de alumbrado, es incipiente y de escaso valor, pues son muchas las zonas que, por su apartamiento del litoral y de las principales vías de comunicación, unidos á su natural pobreza y á la carencia de hábitos industriales (ejemplo de lo que éstos suponen, no obstante sus defectuosas condiciones naturales, son Alcoy y Eibar), reúnen circunstancias muy poco favorables para crear industrias de alguna importancia. Esto, no obstante, consideramos que el Estado debe prestarles su atención, no haciendo exclusión de ellas en el plan hidroeléctrico; dejando las cosas, por lo menos, en condiciones de posibilidad de que sea atendida cualquier importante demanda de energía que en ellas pudiera surgir.

En la lámina que acompaña al folleto se indican las zonas en las que el consumo de energía ha de experimentar mayor incremento, un estado de aumento de consumo presumible en un período de veinte años, para el cual, aun á riesgo de sensibles errores,

pueden hacerse apreciaciones, y como complemento de las indicaciones de producción y consumo, una red general de líneas de transporte de energía eléctrica y de enlace entre ellas, que á más de permitir llevar la corriente eléctrica á las zonas de consumo, establece relación entre éstas y más principalmente entre las de producción, lo que permitirá una primera compensación de las irregularidades por los regímenes de los ríos, que no sean concordantes en tiempo, en los saltos de diferentes regiones; pues téngase en cuenta que en los del Norte, el mínimo caudal corresponde á tres meses y en los de la parte alta del Pirineo, región de Maladeta, el mínimo caudal corresponde al invierno, en tanto el máximo abarca más de la mitad del verano. Además, con el sistema de polígonos cerrados de la red se conseguirá en cada punto tener corriente de procedencias distintas por líneas de recorridos muy separados, lo que permitirá reducir muchísimo las interrupciones por accidentes atmosféricos, los más frecuentes en esta clase de instalaciones, y contra los cuales no hay hasta el día medios completamente eficaces de defensa.

Las consideraciones que se han tenido en cuenta para llegar á las cifras de consumo futuro consignadas, son las generales siguientes:

1.<sup>a</sup> En España faltan muchas industrias de transformación para productos de propio consumo, representando la cifra de las importaciones anuales de los que podrían producirse en nuestro país, bastante más de 400 millones, de los cuales bien puede admitirse que á la transformación corresponden más de 250.

2.<sup>a</sup> De España se exportan grandes cantidades de primeras materias, que podrían, con ventaja, transformarse en productos de consumo propio, y si hubiera exceso, exportarse con un aumento de valor muy elevado.

3.<sup>a</sup> En España, de no ocurrir algo extraordinariamente grave é inesperado, habrá al final de la guerra, con relación al año 14, un mayor capital de más de 5.000 millones de pesetas, de los cuales más del 20 por 100 no dudará en orientarse en sentido industrial, si por el Estado se dan facilidades para su empleo y se defiende á la industria, considerándola como esencial para la vida nacional.

4.<sup>a</sup> En España hay amplias disponibilidades naturales de energía y pueden ponerse en actividad en condiciones ventajosas con relación á otros países y á otros medios de producción, teniendo con ello la industria, en general, base para su desarrollo y vida próspera, mejor, que en cualquier país hullero y en tan buenas condiciones como en cualquier otro país favorecido por la naturaleza con saltos de agua. Tiene, por lo tanto, condiciones especialmente favorables para toda industria que no necesite esencial y principalmente del calor y, por consiguiente, del carbón.

5.<sup>a</sup> España no está tan atrasada en materia técnica industrial que no le sea posible ocupar un puesto decoroso en el concierto de las naciones civilizadas, y no constituye una vergonzosa excepción que la condene á un atraso é inferioridad que anulen las demás condiciones favorables que quedan apuntadas.

Si tiene, por consiguiente, todos los requisitos para el desarrollo de su industria, ésta debe prosperar, á menos que, en vez de ayuda, encuentre un obstáculo infranqueable en las clases directoras; cuya responsabilidad quedaría de manifiesto ante las futuras generaciones.

A las consideraciones generales apuntadas hay que añadir las especiales de cada región que á continuación se señalan:

En Cataluña hay actualmente un desarrollo industrial, comprendidos el alumbrado y tracción; cuya importancia, dada por el consumo de energía es de más de 120.000 kilovatios instantá-



neos (1), con una producción anual de más de 350 millones de kilovatios hora, muchos de los cuales son de procedencia térmica en la época de estiaje.

Esto acusa una deficiencia actual que, unida á otros pedidos de energía, representa más del 30 por 100 de la que hoy se produce con saltos de agua.

Siendo como es Cataluña la región más industrial de España; estando, por consiguiente, preparada para las industrias de transformación antes indicadas, es de suponer, además, que se establezcan las nuevas industrias que á base de energía eléctrica han tenido gran desarrollo en los países beligerantes en el tiempo que va de guerra europea, como la producción de abonos minerales, electrometalurgia y productos químicos, colores, etc., para los cuales se necesita energía eléctrica en grandes cantidades y a precios reducidos, cosas ambas perfectamente factibles en Cataluña; por lo tanto, suponer que en veinte años puede llegarse a un consumo anual de 1.000 millones de kilovatio-hora, para una capacidad instantánea de 250.000 kilovatios, no es una apreciación demasiado optimista.

Seguirá en importancia á esta región la de las Provincias Vascongadas, en las cuales hay igualmente un gran hábito industrial, principalmente en Vizcaya, donde han de adquirir un gran desarrollo todas las industrias de transformación que empleen como primera materia el hierro, y donde seguramente adquirirá un gran valor la electrosiderurgia.

El estado divisionario de la industria guipuzcoana, su variedad y hábitos industriales, son otra garantía de gran desarrollo industrial.

Actualmente el consumo de las Provincias Vascongadas pasa de 100 millones de kilovatios-hora al año, para una potencia instantánea de unos 22.000 kilovatios, y hay grandes demandas que representan otro tanto; así que no es improbable admitir que en veinte años se llegue a un consumo de más de 80.000 kilovatios.

Sigue en importancia industrial Valencia y su región, que actualmente consumen unos 45 millones de kilovatios-hora para una potencia instantánea de 12.000 kilovatios. Es de advertir que, hace siete años, no se consumían ni 3.000, así que, dada la marcha progresiva que se observa en el ambiente industrial de la región y de la eficaz actuación que para el progreso industrial de la misma ha de representar la gran factoría siderúrgica que se montará en Sagunto, puede presumirse que en progreso relativo, no cederá puesto á Cataluña ni Vizcaya, por lo que debe admitirse que en el mismo plazo el consumo de Valencia pasará de 50.000 kilovatios, máxime teniendo en cuenta que esta región es indicada como ninguna otra, por su condición agrícola, para el establecimiento de una gran industria electroquímica, para producir abonos minerales, y que se hará gran consumo de energía eléctrica para elevar aguas subterráneas.

Sigue en importancia de consumo de energía eléctrica Madrid, principalmente para el alumbrado y tracción. Desgraciadamente, nuestra corte, no obstante disponer de energía eléctrica barata, es un pésimo centro industrial; en la actualidad, excepción hecha de los usos indicados, no pasa la industria de un consumo de cuatro millones de kilovatios-hora anuales, para un consumo medio de unos 2.500 kilovatio-industrial.

Aun así, debe suponerse que el consumo actual de 90 millones de kilovatios-hora en el año llegue dentro de veinte á 200

millones, y la carga, que actualmente alcanza á 20.000 kilovatios, se remonta á 40.000.

En Asturias, por su condición de zona carbonífera, no obstante su importancia industrial, que puede competir con ventaja con la valenciana, la producción hidroeléctrica no pasa de 10.000 kilovatios-industrial, para una producción aproximada de 20 millones de kilovatios-hora.

Puede presumirse que, por disponerse del combustible á buen precio, aquellas industrias que necesitan de éste y de energía eléctrica barata, que sólo puede obtenerse con saltos de agua, han de desarrollarse más que en ninguna otra región, y como quiera que estas industrias absorben grandes cantidades de energía, no es difícil que en el plazo señalado llegue el antiguo reino de Asturias á consumir 50.000 kilovatios de procedencia hidroeléctrica.

Zaragoza representa actualmente 7.000 kilovatios; La Coruña, 6.000; Santander, 6.000; Alicante con Alcoy, 5.000; Murcia, 4.000, y Valladolid, 4.500, sumando 32.500. En todas ellas puede admitirse que se triplique el consumo, con lo que se llegará á cerca de 100.000 kilovatios.

Las demás provincias enumeradas, Sevilla, Jaén, Córdoba, Almería, Huelva, Málaga, Cádiz, Castellón y Gerona, Pontevedra, Logroño, Navarra, Lérida, Granada, León, Palencia, Guadaluajara, Albacete y Ciudad Real, tienen condiciones favorables para la industria. En todas éstas, aunque el consumo actual no sumará 25.000 kilovatios, debe esperarse que en el transcurso de los veinte años completen más de 80.000.

Las demás provincias de España no parecen muy indicadas para la industria, sin embargo de lo cual debe suponérselas para lo futuro un consumo de más de 50.000 kilovatios.

De las cifras que preceden resulta que, para la industria en general, se puede prever un consumo, para dentro de veinte años, de 700.000 kilovatios, ó sean 450.000 sobre la potencia actual en explotación.

Independientemente de lo consignado, hay que esperar que en las zonas agrícolas del interior se establezcan un par de fábricas de abonos minerales y quizás una ó dos relacionadas con la defensa nacional; así, pues, debe preverse otro consumo, de situación más indeterminada, de 75.000 á 100.000 kilovatios.

Como industria que merece mención especial y que ha de absorber grandes cantidades de energía, hay que considerar la minera, que si se ha comprendido en el consumo actual de algunas regiones, como Cartagena, Vizcaya, Santander, Córdoba y Jaén, no se ha tenido, de propósito, en cuenta, para apreciar la del porvenir, que se consigna á continuación.

Actualmente, á más de la energía eléctrica consumida en las minas y oficinas de beneficio (metalúrgicas, químicas, etc.) de sustancias minerales, que ya está estimada al hablar del consumo actual, según la última estadística existen 1.720 máquinas de vapor, con una potencia de 85.000 kilovatios, y aunque la capacidad de cada máquina es muy superior á la potencia industrial que desarrolla, bien puede suponerse, sin embargo, que el consumo efectivo no bajará de 50.000 kilovatios. Hay que descontar de estos cálculos la potencia de las máquinas de las minas de carbón que, lógicamente pensando, deben producirse la energía de consumo propio, como combustibles inferiores de mala venta, lo que hace rebajar la cifra anterior en un 12,5 por 100, quedando para las demás minas y oficinas de beneficio un consumo actual efectivo de 43.750 kilovatios. A esta cifra hay que añadir el aumento por mayor desarrollo de las minas en explotación y beneficio de sus productos, que no bajará en veinte años de otra cifra aproximada á aquélla, con lo cual se alcanzará quizá la cifra total de 70.000 kilovatios.

(1) Todas las cantidades de estas notas van, para mayor claridad, en cifras redondas suficientemente aproximadas á las exactas, para que las deducciones no sean sensiblemente erróneas.

Añádase á esto nuevas zonas de consumo importantes, como la de León, en la cuenca del Sil, donde el laboreo de minas metalíferas, hoy en período de exploración, no ha de hacerse esperar mucho, y bien puede calcularse, si las condiciones naturales se aprovechan, que en esa región se consumirán para la minería y metalurgia, en plazo no remoto, más de 20.000 kilovatios.

La minería de metales en Asturias ha de tener un gran desarrollo, y el consumo de energía futuro puede cifrarse en la mitad del anterior. Las mismas provincias de Zamora, Salamanca y Extremadura, que están aún en los albores del desarrollo minero, han de llegar á consumir importantes cantidades de energía. En Ciudad Real, Jaén y Córdoba habrá también nuevas explotaciones, las que asimismo serán consumidoras de energía; pero donde seguramente, bien en la minería, bien en el beneficio de los metales, ha de haber gran consumo, es en Huelva, para donde, al hacer provisiones de 25.000 á 30.000 kilovatios, no hay gran peligro de pecar por exceso.

En Almería se halla la minería pendiente de energía eléctrica barata, para poner en actividad la minas de Sierra Almagrera y regiones próximas. La demanda actual es de 5.000 kilovatios.

En Sevilla puede presumirse también algún desarrollo minero, y donde, por último, aunque de una manera algo incierta, pero con probabilidades de éxito, puede esperarse un gran desarrollo minero y el sucedáneo de beneficio de los minerales, es en Cataluña, si se confirman los optimismos actuales respecto de la existencia de bausitas y sales potásicas, las cuales han motivado registros mineros en grandes extensiones.

No son muy concretas las apreciaciones precedentes, y aunque por ello es difícil precisar una cifra de conjunto para las previsiones del porvenir de la energía eléctrica en el ramo de la minería y sus derivados (con excepción de las de hulla), se puede, sin embargo, con el criterio más prudente, estimarla en más de 150.000 kilovatios, ó sea tres veces el consumo efectivo actual, sin contar en ellos el consumo que en otro lugar se ha asignado para la industria de abonos minerales.

Y, por último, volviendo sobre la industria de transportes, puede decirse que por sí sola puede representar una cifra importantísima. Para formarse idea de ella, debe tenerse en cuenta que en España hay actualmente 11.500 kilómetros de ferrocarril de vía ancha y 3.300 de vía de un metro, para viajeros y mercancías, á los que hay que añadir los de servicio exclusivo de las industrias principalmente mineras. También han de ser causa de un gran aumento de consumo el desarrollo de las redes de tranvías actuales y el establecimiento de otras nuevas, en muchas poblaciones que hoy carecen de ese servicio.

Limitando estas apreciaciones á los ferrocarriles de vía normal y de un metro, de servicio general, hay que tener en cuenta que á los existentes, en plazo no muy largo, se sumarán los secundarios y estratégicos, concedidos y solicitados, que se hallan pendientes de subasta, y que pasan hoy de 10.000 kilómetros, y

si bien en su mayor parte son de vía de un metro, bien puede admitirse que con estos y otros proyectos, que seguramente han de seguir, el número de kilómetros de ferrocarril de vía ancha pasará en veinte años de 15.000 y de 10.000 el de vía de un metro.

Haciendo una apreciación por los datos de las principales Compañías nacionales, puede admitirse que el transporte anual de toneladas-kilómetro, comprendiendo el material de los trenes de viajeros y mercancías, no bajará de 600.000 por kilómetro de vía, lo que supone un total de 9.000 millones de toneladas-kilómetro en los ferrocarriles de vía ancha y de 6.000 millones en los de vía estrecha.

Según la experiencia de explotaciones de grandes líneas de ferrocarril, puede admitirse un consumo medio de energía eléctrica de 30 vatios-hora por tonelada-kilómetro, y teniendo en cuenta la condición montañosa de nuestra Península, que obliga á trazados, por lo menos parciales, de fuertes rampas y de muchas curvas, debe admitirse en los de vía normal un consumo por lo menos de 35 vatios-hora, y en los ferrocarriles de vía de un metro, por estar construídos en las regiones más montañosas y con curvas mayores en número y de menor radio, debe llegarse á un consumo de 40 vatios-hora por tonelada-kilómetro, lo que supone un consumo de 315 millones de kilovatios-hora en el año para los primeros, y 240 millones para los segundos, haciendo un total de 555 millones, y admitiendo una utilización de ocho mil horas en el año, se necesita una potencia media de 70.000 kilovatios; mas suponiendo un 25 por 100 de pérdidas, por las diferentes transformaciones eléctricas, se llega á una potencia media de 93.000 kilovatios, y como la máxima debe suponérsela otro 30 por 100 mayor, se llega á la cifra de 133.000 kilovatios de potencia necesaria en las centrales generadoras para atender al servicio de tracción de ferrocarril, cifra que, para no pecar por defecto, debe elevarse á tanto como la de la minería, ó sea á otros 150.000 kilovatios.

En lo ya indicado, quedan comprendidos los principales conceptos del aumento probable de consumo de energía eléctrica, y si bien el de algunos sea relativamente remoto, hay otros, como el de tracción, que la más elemental previsión obliga al Estado á tenerlos, desde ahora, muy en cuenta. Las cifras deducidas alcanzan á 450.000 kilovatios para la industria en general, 100.000 kilovatios para los abonos químicos, 150.000 kilovatios para la minería y beneficios de sustancias minerales y 150.000 para tracción, haciendo un total de 850.000 kilovatios.

Dichas cifras acusan, con carácter general, la extraordinaria importancia del problema que el Estado español debe proponerse resolver, y estimamos que, en sus previsiones, no debe bajar de un millón de kilovatios, si quiere dar cumplida satisfacción á las necesidades nacionales actuales y futuras por un lapso de tiempo, para el cual la más elemental prudencia le obliga á ser previsor.

(Continuará.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Los dirigibles flexibles y semirrigidos (conclusión).

*Forma general.*—La conservación de la forma de un globo flexible es el cuidado constante de un piloto de dirigible; aquella está unida a la conservación de una presión interior cuyo menor descenso arrastra la deformación del globo y puede provocar una catástrofe.

Esta presión interior constante se obtiene por unos juegos de ventiladores y de válvulas, sujetos naturalmente á averías, como todos los aparatos mecánicos.

La forma general de los globos flexibles se presta mal á la fijación de una barquilla cuyas dimensiones deben ser tan reducidas como sea posible para no ofrecer una resistencia demasiado grande al avance. Los experimentos hechos en 1914 con los