

# PLANTEAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE BOMBEO EN ESPAÑA

Dr. Ing. C. C. P. D. MARTINEZ BOUDES

En el planteamiento de los esquemas hidroeléctricos de bombeo en España, contribuyen tanto las especiales características fisiográficas del país, como la situación de desarrollo de su mercado. Sin entrar en consideraciones generales de tipo económico o constructivo, intentaremos destacar en las líneas que siguen el carácter original de las posibilidades del bombeo en España.

españoles han abierto frecuentemente en su camino hacia el mar cañones estrechos y de fuerte pendiente, que cortan transversalmente las cordilleras que en otra época cerraban sus cuencas.

Existen numerosas cuencas de afluentes laterales que, más altas que el río que alimentan, están geográficamente muy próximas a él. Muchas veces han quedado valles colgados de afluentes o el mismo río principal ha abandonado cauces antiguos hoy secos y elevados. Estos valles laterales permiten a menudo disponer de un vaso de embalse de gran capacidad con la construcción de una presa de escaso volumen. La capacidad de embalse posible no suele estar en estos casos proporcionada con las

## 1. CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS.

España es un país de 660 metros de altitud media y topografía atormentada (fig. 1.<sup>a</sup>). Los ríos

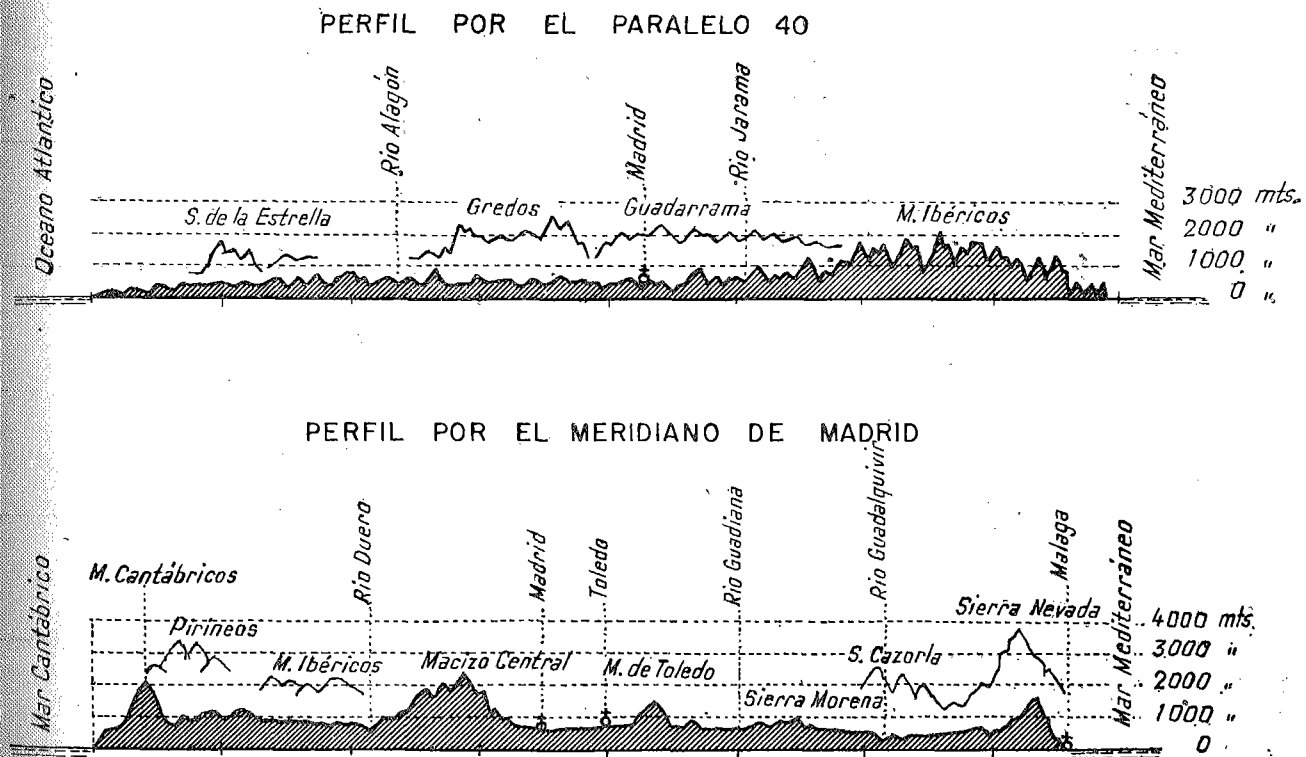


Figura 1.<sup>a</sup>

Fig. 1.<sup>a</sup>— Secciones típicas de la Península Ibérica.  
Sketch No. 1.— Typical cross-sections of the Iberian Peninsula.

aportaciones anuales del afluente en cuestión; queda entonces la posibilidad, si los niveles relativos lo permiten, de almacenar mediante transvase, el agua abundante del río principal en el vaso creado en su afluente. Cuando la obra civil del canal necesario es excesiva, puede ser interesante almacenar por bombeo.

## 2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS.

Es de destacar la irregularidad de las precipitaciones tanto en el espacio como en el tiempo (figu-

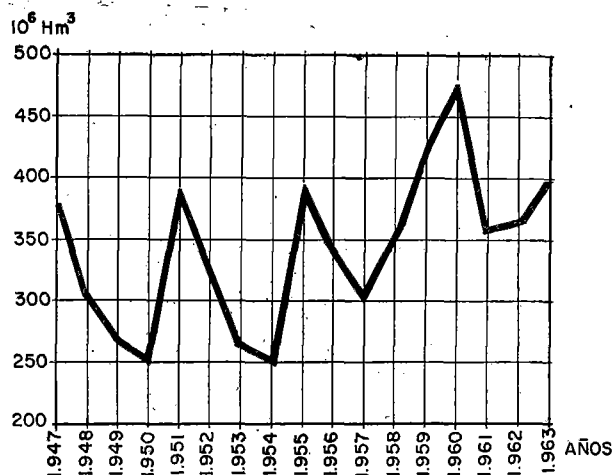


Figura 2.<sup>a</sup>

ra 2.<sup>a</sup>). La pluviosidad anual, que es de 2 500 mm. en el NO. en la Península, se reduce a menos de 200 mm. en el SE. En gran parte de la Península las precipitaciones se agrupan en algunos meses del año, y salvo lluvias de tormenta de breve duración, resultan los meses de verano (especialmente agosto) con precipitaciones prácticamente nulas.

La irregularidad de precipitaciones sobre un suelo geológicamente poco permeable y en la mayoría de los casos con escasa vegetación se traduce en una irregularidad notable de caudales. Los caudales de estiaje del orden del 10 por 100 del medio y los de avenidas del orden de 100 veces la media son frecuentes en ríos españoles no regulados.

## 3. REGULACIÓN.

Hace ya unos cincuenta años que estas condiciones han llevado a la creación de embalses de re-

Fig. 2.<sup>a</sup> — Lluvia total en España.  
Sketch No. 2. — Total precipitation in Spain.

gulación, muchos de los cuales tienen un carácter hiperanual que les permite hacer frente tanto a la irregularidad estacional como a la variación de aportaciones totales de año a año (fig. 3.<sup>a</sup>).

Desgraciadamente, esta capacidad de regulación de los ríos mediante embalses en su propio cauce empieza a estar limitada desde un punto de vista hidroeléctrico por tres factores.

El geográfico, que no siempre ofrece las mejores capacidades de almacenamiento en los ríos más necesitados y que, además, impide a menudo la creación de grandes embalses en las cuencas medias y bajas de los ríos principales. El financiero, que obliga a inversiones muy importantes en esas zonas. El uso múltiple (riego-energía) de la mayoría de los embalses españoles, que impone a menudo limitaciones de tipo hidroeléctrico.

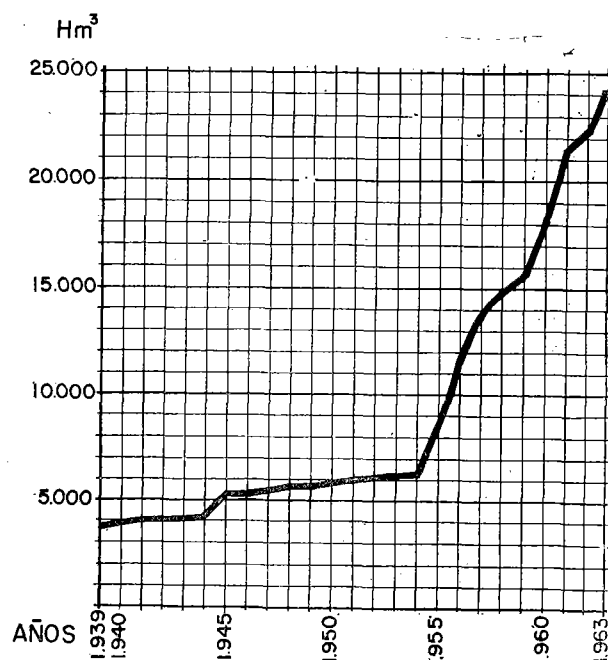


Figura 3.<sup>a</sup>

## 4. LA DEMANDA DEL MERCADO Y POSIBILIDAD ACTUAL DE HACERLE FRENTE.

En cualquier época los factores de carga diarios son del orden del 70 por 100, si bien la diversidad climatológica del país mejora esta cifra hasta el 65 por 100 cuando se considera el factor anual de utilización de potencia instalada referida al mercado en su conjunto.

Fig. 3.<sup>a</sup> — Capacidad total de embalse.  
Sketch No. 3. — Total capacity of reservoir.

Debido a diversas circunstancias que no son del caso, el desarrollo de los medios de producción se ha visto afectado por condiciones a veces ajenas al mercado a servir.

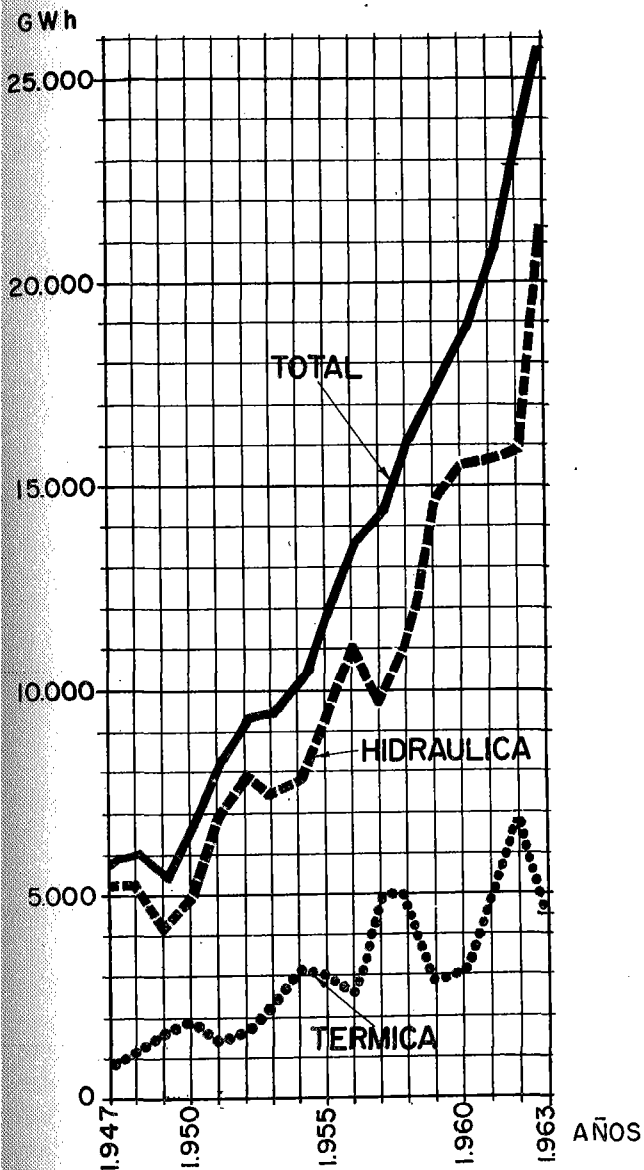


Figura 4.<sup>a</sup>

La producción de energía térmica en España es actualmente de un 25 a un 30 por 100 del total (figura 4.<sup>a</sup>). Si supusiéramos constante en los años venideros este porcentaje y la tasa actual de cre-

Fig. 4.<sup>a</sup> — Producción térmica, hidráulica y total.  
Sketch No. 4. — Total, hydraulic, thermal production.

cimiento del mercado, las reservas hidroeléctricas se agotarían hacia 1976. Es, pues, de esperar que en un futuro relativamente próximo se produzca un aumento importante de la proporción de energía térmica convencional o nuclear producida.

En todo caso, en la situación actual del mercado y de las disponibilidades de energía hidro-

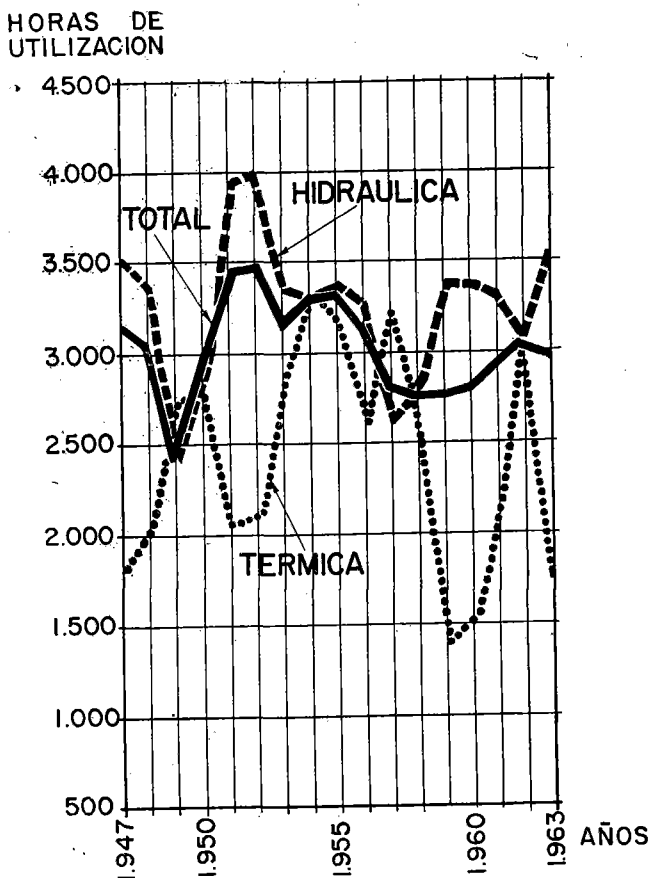


Figura 5.<sup>a</sup>

eléctrica, el problema de generación de puntas no se presenta más que durante períodos excepcionales de corta duración y que se sitúan al final del estiaje de años secos. Para explicar esta situación, conviene recordar que gran parte de las instalaciones térmicas están previstas para hacer frente precisamente a estos años excepcionalmente secos, que se presentan con relativa frecuencia (fig. 5.<sup>a</sup>). Consecuencia directa es la disponibilidad en años medios o húmedos de un exceso de potencia, aunque

Fig. 5.<sup>a</sup> — Horas de utilización de potencia instalada.  
Sketch No. 5. — Yearly utilisation.

es evidente que en un futuro próximo la duplicidad de instalaciones generadoras desaparecerá a medida que se agoten las reservas hidroeléctricas de ejecución rentable.

#### 5. POSIBILIDADES INMEDIATAS Y FUTURAS DEL BOMBEO EN ESPAÑA.

a) En España, pues, si bien la generación de energía de puntas se presentará como problema en el plazo de unos años, no resulta de momento acuciante. Conviene, sin embargo, pensar desde ahora en la preparación de esquemas de aprovechamiento que sirvan para resolverlo en su momento.

b) Dada la configuración accidentada de la topografía del país, en las proximidades de casi todos los centros importantes de consumo actuales o previsibles, se puede pensar en el establecimiento de un esquema rentable de bombeo puro, alimentado por una térmica convencional o nuclear.

c) La característica original de España consiste en la posibilidad de regulación por bombeo a embalses de valles laterales de aquellos ríos, en los cuales no se ha podido conseguir por motivos topográficos o económicos, regulación anual o hiperanual con embalses en cauce propio. Es difícil definir en estas circunstancias un criterio de comparación del valor relativo de la energía consumida en el bombeo frente a la recuperada en turbinación. Parece, sin embargo, claro que durante algunos años, a los kWh. excedentes de energía hidroeléctrica en épocas húmedas o en años húmedos se les debe asignar un precio muy bajo. Esto es así en un mercado abastecido casi totalmente por energía de origen hidroeléctrico cuando las reservas en los embalses propios de regulación están completas y la energía que no se aproveche para bombear, acumulando en embalses laterales vecinos, es energía perdida.

d) En resumen, las condiciones naturales de la Península ibérica son favorables tanto para instalaciones de bombeo por recirculación como para la

creación mediante presa de embalses laterales de regulación anual o hiperanual. La situación del mercado interior no impone con carácter urgente la puesta en servicio de instalaciones de primer tipo y salvo la posibilidad de exportación de energía de puntas, resulta hoy como más interesante el bombeo de regulación de excedentes.

#### 6. REPERCUSIÓN DE LOS ESQUEMAS DE BOMBEO SOBRE LA TÉCNICA DE GRANDES PRESAS.

La utilización de valles laterales abre un nuevo campo a la construcción de grandes presas en ríos de pequeña aportación o incluso en cauces secos, aprovechando embalses y cerradas que no se hubieran podido concebir desde el punto de vista económico sin la aportación por bombeo de caudales distintos del propio.

Por otra parte, al pretender equipar con máquinas reversibles una central en un aprovechamiento de altura media, las consideraciones funcionales derivadas del bombeo afectan a menudo de manera notable la obra civil: en algún caso en que presa bóveda y de gravedad resultaban comparables, la central de bombeo de pie de presa, incompatible con vertedero en coronación, hizo preferir la bóveda.

#### 7. REALIZACIONES.

Si bien hace tiempo que hay en servicio en España diversas instalaciones de bombeo (en el Sur, Hidroeléctrica del Chorro posee un sistema de bombeo puro; en el Noroeste, Hidroeléctrica Moncabril coloca por bombeo en canales altos caudales captados a cotas intermedias; en el Pirineo Catalán hay alguna instalación similar, etc.), solamente en los últimos años se han ocupado las empresas hidroeléctricas del bombeo a gran escala proyectando instalaciones importantes (Tormes, Valdecañas-Torrejón, Tajo-Erjas, etc.), algunas de las cuales han entrado ya parcialmente en servicio.