

DESENVOLVIMENTO HIDROELÉCTRICO ESPANHOL NA PRODUÇÃO DE ENERGIA DESDE 1939 A 1955 EM RELAÇÃO COM OS RECURSOS HIDROELÉCTRICOS TOTAIS DE ESPANHA *

JOAQUIN GARRIDO MOYRON

Ingeniero de Caminos

I — Considerações gerais

O desenvolvimento da produção de energia hidro-eléctrica em Espanha foi muito considerável no período de 1939 a 1955, que é praticamente, o mesmo que dizer o de 1936 a 1955, uma vez que de 1936 a 1939, ou seja, durante o Movimento Nacional, como é natural, não se construiu nem se realizou progresso algum neste sentido.

A produção de energia em Espanha é de carácter predominantemente hidráulico, sendo a hidroeléctrica sensivelmente 10 % da total, proporção que se mantém até 1944, data a partir da qual se pode dizer que é aproximadamente 75 % da total produzida.

O carácter torrencial dos rios espanhóis torna necessária a construção de albufeiras para a sua regularização, sendo a capacidade actual (Outubro de 1956) de tais reservatórios 12 779,6 hm³.

Hidroelèctricamente, a Espanha acha-se dividida em bacias, que correspondem aos rios principais que percorrem o seu território (Fig. 1).

A exploração integral dos recursos destas bacias é a que se está levando a cabo seguindo um Plano Geral de Obras Hidráulicas, que de colaboração entre o Estado e a economia particular, vai sendo realizado em todas as suas partes. Nos últimos anos, e formando parte da industrialização do país, deu-se um forte impulso às grandes obras hidráulicas, cujo papel é muito importante

não somente como produtoras e armazenadoras de energia eléctrica, mas também como fontes de riqueza convertendo os terrenos de seca em regadio.

Na actualidade, a maior parte dos grandes reservatórios reguladores de energia e armazenadores de água para rega, são construídos pelo Estado, e uma vez as obras concluídas, entregues em concessão por meio de concurso, às Empresas particulares produtoras de energia eléctrica, reservando-se sempre o Estado o controle da água para rega.



BACIAS

- ① DO NORTE ② DO EBRO ③ DOS PIRINÉUS ORIENTAIS ④ DO DOURO
⑤ DO TEJO ⑥ DO JUCAR ⑦ DO GUADIANA ⑧ DO GUADALQUIVIR
⑨ DO SEGURA ⑩ DO GUADALHORCE

Fig. 1

* Devidamente autorizados reproduzimos em tradução livre o trabalho apresentado pelo autor na reunião de Belgrado do ano passado da Conferência Mundial de Energia.

II — Valorização dos recursos hidroeléctricos totais

Os diferentes estudos realizados para levar a cabo esta valorização têm dado quantidades diferentes, porém tendo em conta que quanto mais modernas, melhores são os meios auxiliares utilizados para as determinar, pode dizer-se que as últimas são as que têm maior grau de exactidão.

Além disso, o aumento progressivo das horas de utilização da potência instalada, proveniente da interconexão das centrais na rede geral peninsular, por um lado, e da conjugação do funcionamento das potências hidráulicas e térmicas, por outro, constituiu uma melhoria notável da quantidade de energia possível de obter com a potência hidráulica total que se estima haver em Espanha (Fig. 4).

Pode dar-se como muito próxima da realidade uma possível potência hidráulica de 9×10^6 kW, tendo em conta que se consideramos as centrais hidráulicas construídas, em construção e em projecto em 10 de Janeiro de 1956, se obtêm os seguintes números:

Potência hidráulica instalada em 1 de Janeiro de 1956	$3\ 002 \times 10^6$ kW
Potência hidráulica em construção (1956/58)	$1\ 135 \times 10^6$ kW
Potência hidráulica em projecto (1956)	$3\ 492 \times 10^6$ kW
Total	$7\ 629 \times 10^6$ kW

Tendo em conta que os projectos actualmente estudados não compreendem o total dos recursos disponíveis, e que os números obtidos se aproximam muito do que estimámos como a mais real das valorizações realizadas, achamos que os recursos hidroeléctricos totais da Espanha se podem cifrar em:

9 000 MW de potência, e 33 750 GWh de energia,

por se considerar que de futuro poderão alcançar-se perfeitamente as 3 750 horas de utilização por ano, que supusemos, visto o desenvolvimento do seu aumento progressivo nos últimos anos.

III — Evolução da potência e da energia no período considerado e suas relações com os recursos totais

Nos primeiros anos do período 1939-43 começa novamente a construção de centrais em Espanha, não se tendo porém obtido novas potências até 1943.

Apesar da desfavorável influência da segunda guerra mundial, que impediu a importação de turbinas e alternadores, assim como do restante material auxiliar, em 1945 inauguraram-se algumas ampliações de centrais hidráulicas de relativa importância. Nos anos seguintes, foram-se inaugurando centrais instaladas de novo, tão importantes como *Viella*, *Flix*, etc., ampliando-se o grande *Salto del Esla* (rio Douro) com um quarto grupo de 37 000 kVA (1947).

Posteriormente começam a inaugurar-se centrais muito importantes, como *Villalcampo* (rio Douro), de 96 000 kVA (1949); *Barasona* (rio Esera), de 28 000 kVA (1949), e em geral, a tendência de aumento é muito grande. Em 1950 a potência instalada era 2,13 vezes a de 1939, tendo-se chegado em 1955 a 3,75 vezes, como se depreende da leitura do gráfico (Fig. 2).

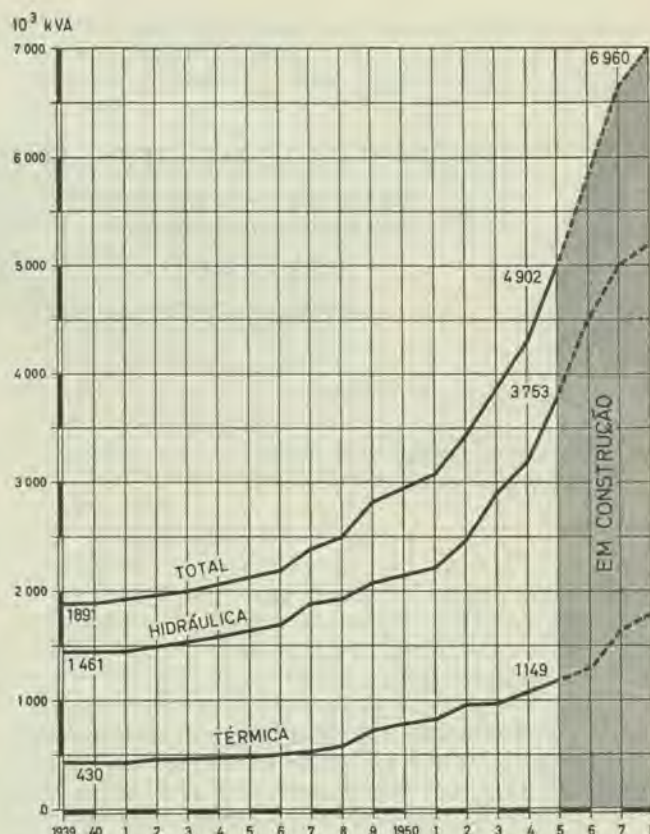


Fig. 2 — Potência instalada durante os anos de 1939 a 1955 em 10^3 kVA e previsão para 1956-1958

Nestes últimos anos, as dificuldades que tiveram que ser vencidas foram ainda maiores que as anteriormente expostas, por causa do isolamento internacional a que foi votada a Espanha.

Este aumento de potência de carácter hidráulico tem sido acompanhado da construção de instalações termo-eléctricas, cujo conjunto torna ao mesmo tempo possível evitar ao máximo as restrições e melhorar a exploração das centrais hidráulicas.

Pode, pois, dizer-se que no período considerado de 1939/55 (dezassete anos) se instalou uma potência de 1 833 MW, que representa 20 % dos recursos hidráulicos totais. Como no período que se acrescentou aquele como previsão (1956/58), se constroem na actualidade 1 419 MW e como no ano de 1939 estavam instaladas 1 461 MW, podem-se fixar os valores:

Potência instalada em 1939	1 461 MW
Potência instalada em 1939/55	1 833 MW
Potência em construção (1956/58)	1 419 MW
Total	4 713 MW

que representa 52,5 % dos recursos totais.

Fazemos notar a importância do esforço realizado pela Espanha no período que se considera, fruto da colaboração do Estado com as Empresas particulares, uma vez que durante tal espaço de tempo se instalaram 55,7 % da potência existente em Espanha em 1955, desde que começou a produzir-se energia eléctrica no país.

Como expressivo complemento do referido esforço, expomos seguidamente uns números aproximados repre-

representativos dos custos em pesetas (valor actual) dos investimentos realizados no aproveitamento da potência hidroeléctrica, de 1939 a 1955:

Anos	kW	10 ⁶ pesetas em 1955
1939	—	—
1940	2 400	24
1941	3 200	32
1942	36 800	368
1943	13 600	136
1944	32 800	328
1945	52 800	528
1946	40 800	408
1947	156 000	1 560
1948	24 000	240
1949	151 200	1 512
1950	28 800	288
1951	61 600	616
1952	202 400	2 024
1953	330 400	3 304
1954	247 200	2 472
1955	449 600	4 496
Total		18 336 × 10 ⁶ pesetas

o que representa um investimento dos mais importantes dos realizados nas indústrias espanholas durante esse período, equivalendo a 458 400 000 dólares, aproximadamente.

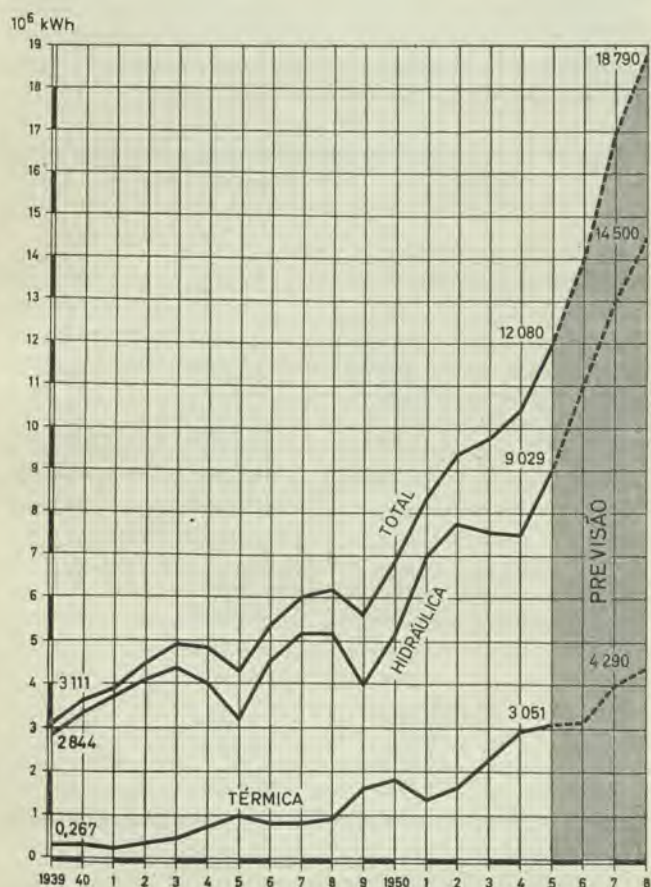


Fig. 3 — Produção de energia durante os anos de 1939 a 1955 em 10⁶ kWh e previsão para 1956-1958

A produção de energia, como é natural (Fig. 3), seguiu sensivelmente a marcha da instalação da potência, melhorada porém em proporção, posto que o factor de utilização foi aumentando, como se vê no gráfico correspondente (Fig. 4): de 2 433 horas por ano chegou-se a exceder amplamente as 3 000 em anos não inferiores ao médio.

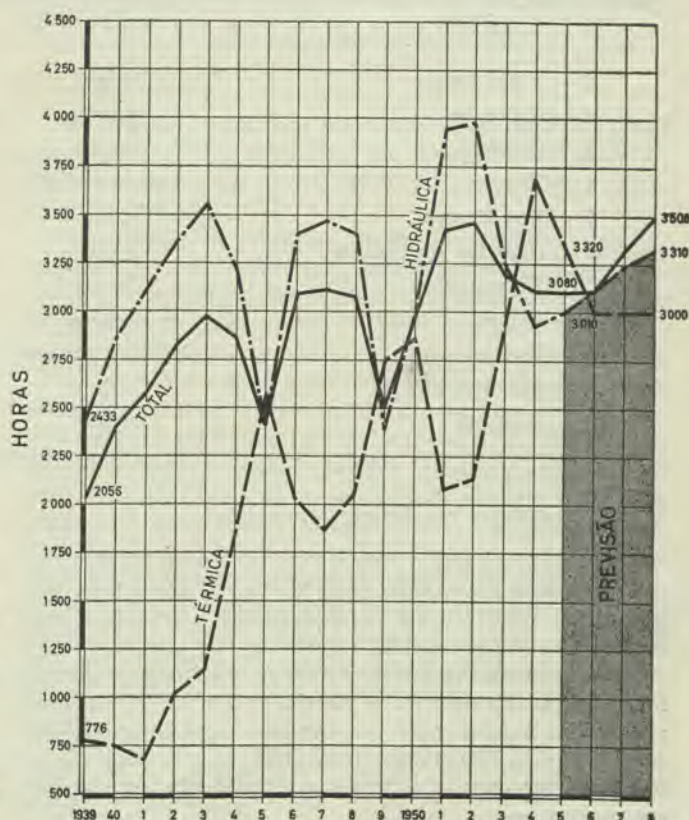


Fig. 4 — Utilização das potências hidráulicas, térmicas e totais de 1939 a 1955 e previsão para 1956-1958

Esta melhoria deve-se a várias causas, porém principalmente à interconexão das centrais, ao estabelecimento de instalações térmicas que permitem melhorar a utilização das hidráulicas, e, por último, ao estabelecimento de albufeiras de regularização de que resulta um ótimo aproveitamento da água, em relação com a pluviometria e restantes condições meteorológicas.

Fazendo um balanço parecido com o estabelecido para a potência, podemos indicar:

Energia hidráulica produzida em 1939 2 844 GWh
Energia hidráulica produzida em 1955 9 029 GWh

pelo que ao aumento de 20 por cento dos recursos totais em potência, corresponde em energia um aumento de 6 185 GWh ou seja 18,3 % dos recursos totais, menor que o da potência, uma vez que supomos que a utilização chegará a seu tempo a 3 750 horas por ano.

Supondo que a utilização da potência em construção durante o período 1956/58 é de 3 500 horas por ano, chega-se a uma produção em 1958 de:

14 500 GWh

que representa 43 % do total dos recursos hidroeléctricos em energia.

IV — Principais instalações inauguradas no período

Como informação, breve e rápida, apresenta-se seguidamente uma relação das centrais hidroeléctricas mais importantes inauguradas durante o período que considerámos:

Central	Rio	Tipo de barragem	Potência em kVA	Ano da inauguração
1 — Villalcampo	Douro	Gravidade	96 000	1949
2 — Cofrentes	Júcar	Terra	138 000	1951
3 — Castro	Douro	Gravidade	84 000	1952
4 — Tranco	Guadalquivir	Arco Grav.	49 750	1953
5 — Los Peares	Minho	Gravidade	180 000	1953
6 — Grandas de Salime	Navia	Gravidade	140 000	1953
7 — Entrepeñas	Tejo	Gravidade	38 000	1954
8 — Artias	Garona	Lagos	72 000	1955
9 — Escales	N. Ribagorzana	Gravidade	46 250	1955
10 — San Esteban	Sil	Arco Grav.	330 000	1955
11 — Buendia	Tejo	Gravidade	57 000	1955

talando no país; o segundo, inverter dentro do possível os regimes fluviais, corrigindo o carácter torrencial dos rios e tornando possível a produção de energia (que neste caso adquire a categoria de energia térmica) em épocas de tradicional estiagem.

V — Reservatórios reguladores construídos

Já indicámos que o Plano Geral de Obras Hidráulicas compreende a construção pelo Ministério das Obras Públicas dos reservatórios regularizadores necessários para melhorar as características torrenciais dos rios espanhóis.

Seguindo essa política, foram-se construindo importantes reservatórios nos rios em que maior proveito deverá resultar da regularização dos caudais; seguidamente apresentamos uma relação dos principais, com as suas características: capacidade, potência instalada, data de entrada em serviço, etc.

Observa-se que a potência hidroeléctrica instalada no período considerado nas quedas de pé de barragem, que é de 1 029 580 kVA, representa 45 % do total instalado no período, quer dizer, de 2 292 000 kVA.

Deve fazer-se notar que, além destes reservatórios, se têm construído outros que não têm ainda instalação eléctrica, ou que não a terão no futuro por se destinarem exclusivamente a regadio ou a abastecimento de água.

No mapa da Espanha assinalaram-se as bacias em que ela se acha dividida e os rios mais importantes, para o efeito de reservatórios e produção hidroeléctrica (Fig. 1).

Reservatórios	Rio	Bacia	Capacidade em hm ³	Potência instalada em kVA	Ano de entrada em serviço
Chorro	Guadalhorce	Sul	86	4 180	1947
Las Conchas	Lima	Norte	80	31 000	1948
Villalcampo	Douro	Douro	48	96 000	1949
Barasona	Esera	Ebro	71	17 500	1949
Pintado	Viar	Guadalquivir	202	23 500	1950
Tranco	Guadalquivir	Guadalquivir	500	49 750	1953
Cordobilla	Genil	Guadalquivir	34	15 400	1953
Peares	Minho	Norte	170	180 000	1953
Grandas de Salime	Navia	Norte	266	140 000	1953
Entrepeñas	Tejo	Tejo	891	38 000	1954
Chandreja	Navea	Norte	61	4 500	1954
San Juan	Alberche	Tejo	148	38 000	1955
Barrios de Luna	Luna	Douro	308	43 000	1955
San Esteban	Sil	Norte	213	330 000	1955
Escales	N. Ribagorzana	Ebro	158	46 250	1955
Buendia	Guadiela	Tejo	1 750	57 000	1955
		Total	4 986	1 029 580	

Com a construção destes reservatórios atingiram-se ao mesmo tempo dois objectivos principais: o primeiro, assegurar a água precisa para os regadios que se vão ins-

VI — Evolução do consumo de energia eléctrica no país

Como complemento de tudo que expusemos, relativamente à energia eléctrica de carácter hidráulico, fizemos

intervir a de carácter térmico, com a sua importância relativa em relação ao total e que já assinalámos como sendo 25 %, com o fim de expor o grande progresso realizado no consumo de energia eléctrica no país, durante o período que consideramos, o que pode apreciar-se no gráfico correspondente (Fig. 5).

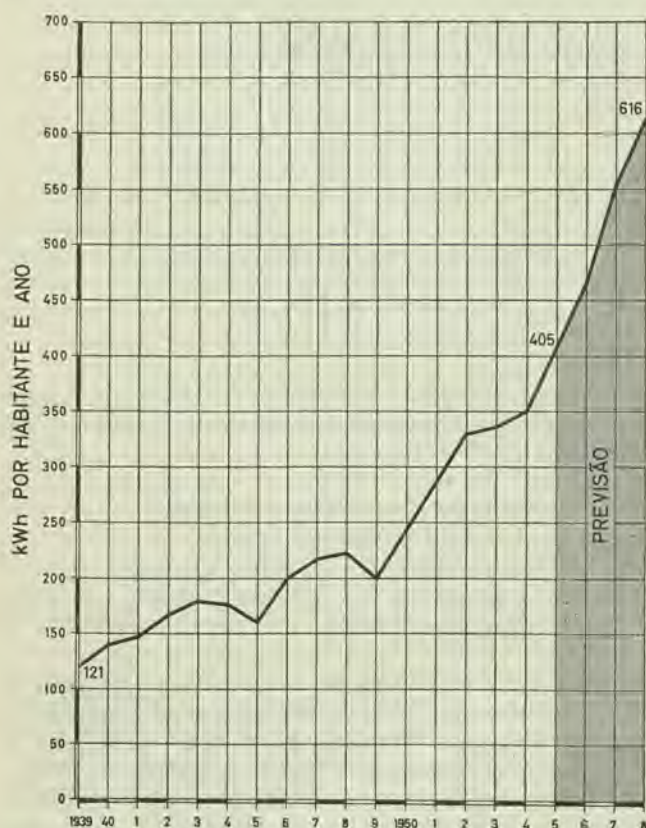


Fig. 5 — Consumo de energia eléctrica por habitante e ano de 1939 a 1955 e previsão para 1956-1958

Pode ver-se que, em 1939, o consumo era de 121 kWh por habitante e ano, e que seguindo praticamente a marcha da instalação em potência, com os retrocessos dos anos secos (1945-1949-1954), se chegou a alcançar no final do período os 405 kWh por habitante e ano, o que representa um aumento de 335 % do primeiro valor citado.

Pode, pois, dizer-se que, sendo o período de dezassete anos, a lei de crescimento é a conhecida de 10 % anual médio. Ao considerar-se a previsão do período 1956/58, cujas instalações se acham em construção, supomos que há-de chegar-se a uma cifra muito próxima dos 616 kWh por habitante e ano que se apresentam no gráfico.

Com ela, em vinte anos, em lugar de quadruplicar a cifra de que se partiu, que é o aumento que corresponde a 7 % do incremento anual, chegamos a um valor de 510 % dos 121 kWh já citados.

Também aqui se aprecia a magnitude dos resultados que o país conseguiu obter neste aspecto, com a indubitável consequência do aumento correspondente no nível de vida, embora haja que assinalar que o consumo alcançado e o que precisa de se alcançar em data próxima não são ainda suficientemente elevados para que possa deixar de se pensar em novos projectos e instalações que proporcionem ao país as quantidades de energia necessárias que indica o crescimento anual dos últimos anos, sempre superiores aos 7 %.

Em relação com este consumo e tendo em conta o aumento anual antes indicado, podemos afirmar que dentro de uns escassos vinte anos, em que se terão consumido os recursos hidráulicos e térmicos do país, será necessário recorrer a energia nuclear em grande escala, sem que isso queira dizer que a dita energia não entre muito antes do período indicado a constituir um dos elementos básicos de obtenção do fluido eléctrico em Espanha.

VII — Conclusões

A Espanha, país com maiores recursos hidroeléctricos que térmicos, tem instalados na actualidade 3 294 MW, dos 9 000 MW, que se consideram como recursos hidroeléctricos totais.

O aumento de consumo de energia eléctrica, que ultrapassa os 7 % geralmente admitidos como correspondendo ao crescimento vegetativo, faz supor que em menos de 20 anos, se esgotarão os recursos indicados, ao mesmo tempo que se terão esgotado os térmicos, representativos de 25 % da produção total. Por isso haverá que pensar imediatamente na energia nuclear, para que, com tempo suficiente, se possam ir suprimindo as faltas de energia que se apresentem e inclusivamente constituir a produção básica espanhola, com o que se inverterão os termos actuais de predomínio hidroeléctrico como produção básica com complemento térmico, chegando a ser básica a produção térmica e complementar a hidroeléctrica.

A potência instalada no período considerado, — dezassete anos (1939 a 1955) —, que se caracterizou pelas grandes dificuldades internas e externas, já apresentadas, foi de 1 833 MW, o que representa 20,4 % dos recursos totais.

A potência em construção, para ficar instalada em 1958, é de 1 419 MW, que representa 15,8 % dos recursos hidroeléctricos totais.

O consumo de energia eléctrica aumentou no período considerado desde 121 kWh por habitante e ano em 1939, até 405 kWh por habitante e ano em 1955, o que representa 335 % do primeiro valor citado.

Este consumo aumentará no ano de 1958 com as instalações actualmente em construção até 616 kWh por habitante e por ano.

A construção de reservatórios regularizadores realizou-se no período 1939-1955, tendo recebido notável incremento, de que são prova os 4 986 hm³ de capacidade dos reservatórios construídos. Nestes reservatórios, a potência instalada nas quedas de pé de barragem é de 823 MW, que, é, praticamente, metade da instalada no período.

A construção e entrada em serviço de forma contínua de novas centrais, permitirão elevar gradualmente o consumo de energia eléctrica por habitante com o consequente aumento do nível de vida espanhol.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — QUIJANO, Eng.º PEDRO M. GONZÁLEZ. *Avance para una evaluación de la energía hidráulica de España*. Madrid, 1932.
- 2 — URIARTE, Eng.º ENRIQUE. *La energía eléctrica en España*. Agenda Financiera del Banco de Bilbao, 1949.
- 3 — RIDONET, Eng.º JOSÉ LUIZ. *La industria eléctrica en la industrialización de España*. Revista de Ciencia Aplicada, Diciembre, 1949.

(Continúa na página 294)