

AGUA Y ENERGÍA: PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA EN ESPAÑA

Cayetano Espejo Marín

Departamento de Geografía. Universidad de Murcia

Ramón García Marín

Departamento de Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura

RESUMEN

La evolución de la energía hidroeléctrica en España en las últimas décadas ha sido siempre creciente, aunque la participación de ésta en el total de eléctrica producida ha ido disminuyendo. Las modernas tecnologías de regulación y control han aumentado la eficiencia de las centrales y del aprovechamiento del recurso agua.

Palabras clave: agua, energía, hidroelectricidad, España.

ABSTRACT

The evolution of the hydroelectric power in Spain during the last decades has always been increasing, though its proportion with respect to the total of produced electricity has been diminishing. The modern technologies of regulation and control have increased the efficiency of the hydroelectric industries and of the utilization of the water resources.

Key words: water, energy, hydroelectricity, Spain.

1. Introducción

Hasta finales del siglo XIX, en 1884, no se descubre el mecanismo que hace posible la transmisión de grandes cantidades de energía eléctrica a muy lejanas distancias, permitiendo, de este modo, satisfacer necesidades eléctricas muy distribuidas en el espacio geográfico a partir de una central de producción. En España, las instalaciones de transporte de electricidad se inauguran en 1901, con la construcción de la primera línea de alta tensión entre el Molino de San Carlos, en el río Ebro, y Zaragoza, con una longitud de 30 km. En Andalucía, una primera línea de muy alta tensión para aquella época (50 kilovoltios) se inauguró en 1908 para transportar a Sevilla la producción eléctrica del salto de El Corchado,

en la provincia de Málaga. Estas instalaciones constituyen el punto de partida de lo que, a lo largo del tiempo, llegaría a ser una gran red nacional de transporte y distribución de energía eléctrica (Martínez-Val, 1994).

La hidroelectricidad es una forma tradicional y al mismo tiempo alternativa de producción eléctrica, debido a su carácter de limpia, renovable y de producción instantánea. El agua es un recurso renovable de gran capacidad de acumulación, alta flexibilidad, rapidez de respuesta y elevada potencia unitaria. Sin embargo, la hidroelectricidad tiene también sus inconvenientes derivados de sus fluctuaciones productoras y por la necesidad de inundar espacios, sobre todo cuando los grandes grupos necesitan de embalses reguladores, con lo que pueden entrar en conflictos con otras actividades. Los aprovechamientos hidroeléctricos no consumen agua, pero consumen espacio y, de cualquier modo, generan diversos conflictos y tensiones entre otros usos del agua a escala espacio-temporal de año y cuenca (Molina y Montiel, 2004).

En el contexto de una central hidroeléctrica se distinguen tres elementos principales: la obra civil, que se construye para crear el salto y conducir el agua; el equipo hidromecánico empleado para transformar la energía potencial o cinética del agua en energía aprovechable en un eje; y el equipo eléctrico adecuado. La historia de los aprovechamientos hidroeléctricos está marcada por las necesidades crecientes de energía que la sociedad ha ido experimentando, y ha determinado la evolución de los mismos en función de los condicionantes técnicos que la cobertura de la curva de la demanda ha ido imponiendo a lo largo del tiempo.

Para disponer de un almacenamiento de la energía recuperable cuando fuera preciso, se idearon las centrales hidráulicas de bombeo. Estas centrales disponen de dos embalses situados a diferentes alturas. En horas en las que se registra una mayor demanda de energía eléctrica, las llamadas *horas punta*, la central de bombeo opera como una central hidroeléctrica convencional: el agua almacenada en el embalse superior, en su caída, hace girar el rodete de una turbina asociada al alternador. Sin embargo, una vez realizada esta operación, el agua no es restituida de nuevo al río, como en las centrales hidráulicas convencionales, sino que se queda de nuevo almacenada por acción de la presa que está situada en el embalse inferior. Así durante las horas del día en las que la demanda de electricidad se encuentra en sus niveles más bajos, las *horas valle*, el agua almacenada en el embalse inferior puede ser bombeada al embalse superior para volver a realizar el ciclo productivo. Para ello, la central utiliza grupos motobombas, o dispone de turbinas reversibles, de modo que éstas actúan como bombas y los alternadores como motores. Existen dos tipos de centrales de bombeo: cuando la central necesita que se bombee previamente el agua desde el embalse inferior hasta el superior como condición indispensable para producir energía eléctrica, se dice que es una central de bombeo puro; en el caso de que la central pueda producir energía indistintamente con o sin bombeo previo, se denomina central de bombeo mixto. Las centrales hidroeléctricas de bombeo tienen un papel muy importante por su contribución al aprovechamiento más eficaz de los recursos energéticos, ya que propulsan el agua en los momentos en los que la demanda diaria de energía es más baja (noche), y hay un excedente de energía eléctrica procedente de las centrales termoeléctricas (nucleares, térmicas y de ciclo combinado), que están diseñadas para producir la mayor cantidad de energía eléctrica de forma prácticamente estable. A mediados de los años noventa en España existían 25 centrales de este tipo: 16 de bombeo mixto y 9 de bombeo puro, con una potencia que sumaba 2.500 megavatios (MW) en cada grupo, por lo que en total acumulaban 5.000 MW, lo que suponía el 28,4% de la potencia total hidroeléctrica instalada (Unesa, 1998).

En España, los factores físicos que influyen directamente en la instalación de centrales hidroeléctricas son, sobre todo, dos: las características del terreno por el que discurren los ríos, y el régimen de éstos, que depende a su vez de esas mismas características geológicas

y topográficas del relieve y de las climáticas. La topografía es en gran parte de nuestro país favorable para la producción de saltos fluviales. Abundan los grandes desniveles. Nuestros ríos se precipitan en muchos casos desde altitudes superiores a los 2.000 m. hasta la Meseta Central, las depresiones del Ebro y del Guadalquivir, o hasta las mismas planicies costeras (Cabo, 1960).

En este estudio se pretende plasmar una aproximación al conocimiento del papel que la energía hidroeléctrica ha tenido en la producción energética española desde principios del siglo pasado, la distribución de la potencia y producción, y la energía hidroeléctrica en la Política de Fomento de las Energías Renovables.

2. Notas sobre un siglo de desarrollo de la industria eléctrica española

Las primeras centrales hidroeléctricas españolas se construyen a finales del siglo XIX. Buena parte de la fase inicial del desarrollo eléctrico español estuvo ligado a la expansión de este tipo de instalaciones, ya que en 1901 el 40% de las centrales existentes eran hidráulicas. En esta etapa el desarrollo hidroeléctrico se encuentra con la enorme dificultad de que la electricidad se generaba en forma de corriente continua, por lo que no era posible su transporte a larga distancia. Por tal motivo, sólo podían aprovecharse aquellos recursos hidroeléctricos que se encontraban próximos a los centros de consumo. Este hecho determinó la localización de algunas industrias. La verdadera expansión de la industria eléctrica en España se inicia en el siglo XX, y en su evolución se distinguen varias etapas.

1.1. Primera etapa: 1900-1936

A comienzos del siglo XX el consumo de electricidad comienza a generalizarse en España, y a ello contribuye el descubrimiento de la corriente alterna que permite el transporte de electricidad a distancia. Esta situación provoca el inicio de la construcción de las primeras grandes centrales hidroeléctricas, que experimentan a lo largo de la primera década del siglo un gran desarrollo.

Durante el primer tercio del siglo XX, la expansión de la capacidad productiva del sector eléctrico español fue rápida, teniendo en cuenta las condiciones que se daban en el país, aunque resultara lenta comparada con la de otros países. De 1901 a 1935 la potencia instalada se incrementó en un 8,8% anual acumulativo, mientras que la producción lo hacía a un 9,4%. La expansión de la potencia instalada se concentró en su mayor parte en centrales hidráulicas. Entre 1932 y 1935 cerca del 75% de toda la capacidad productiva disponible correspondía a este tipo de centrales (Sudrià, 1990). En este periodo surgen las grandes compañías que se convirtieron en las únicas protagonistas de la industria eléctrica hasta la creación del Instituto Nacional de Industria (INI). En 1884 se funda la Compañía Sevillana de Electricidad para explotar los recursos hídricos de la cuenca del Guadalquivir (Bernal, 1994). En 1901 nace la empresa Hidroeléctrica Ibérica, que durante la primera década del siglo XX construye centrales en las cuencas del Ebro, Leizarán y Cinca. En 1907, para aprovechar los recursos hídricos de Levante, se constituye Hidroeléctrica Española, promovida por el ingeniero vasco Juan de Urrutia, con el respaldo de Hidroeléctrica Ibérica, que se reserva el 44% de las acciones de la nueva empresa, y que también acude a la suscripción de acciones fundacionales de las sociedades que creará posteriormente Hidroeléctrica Española.

En 1911 se pusieron en marcha dos iniciativas empresariales de gran ambición y capacidad: el grupo canadiense Barcelona Traction Light, constituido en Toronto en septiembre de ese año, y la sociedad Energía Eléctrica de Cataluña, fundada en noviembre del mismo año con capital franco-suizo. Ambas empresas tienen como objetivo desarrollar en Catalu-

ña el negocio eléctrico a gran escala aprovechando los recursos del Pirineo. Las potentes centrales hidroeléctricas de Seròs (del grupo Barcelona Traction) y de Cabdella (perteneciente a Energía Eléctrica de Cataluña) entraron en servicio en 1914. Por entonces, por potencia instalada, la Barcelona Traction, conocida como «La Canadiense», era la séptima empresa de producción eléctrica del mundo y la mayor de Europa (Urteaga, 2003). Una de sus filiales, Riegos y Fuerzas del Ebro, construye el vasto sistema hidroeléctrico del Noguera Pallaresa, principal fuente de energía hasta 1936 para la industria catalana. En 1912, como resultado de la fusión de la Compañía General Madrileña y de la Sociedad de Gasificación Industrial y Salto de Bolarque, nació la Unión Eléctrica Madrileña, que en los años ochenta, tras su fusión con Fenosa, pasó a denominarse Unión Fenosa. En 1918, el ingeniero José Orbegozo promueve la constitución de la Sociedad General de Transportes Eléctricos Saltos del Duero para explotar los recursos del Duero y sus afluentes, incluso de su tramo internacional. Resuelto, tras largas negociaciones, el litigio con Portugal a este respecto (Espejo, 2004), se inició la construcción del vasto sistema, cuya obra máxima, de las terminadas antes de la Guerra Civil 1936-1939, fue la presa de Ricobayo, inaugurada en 1934. También eran muy importantes los aprovechamientos del Segre y del Noguera Pallaresa (Lérida) pertenecientes al grupo Barcelona Traction, y los del Cabriel (Cuenca) y Júcar (Valencia), propiedad de Hidroeléctrica Española.

Entre 1914 y 1935 se produce el despegue de la hidroelectricidad en el Valle del Ebro, y por consiguiente en España. Si en 1913 la potencia instalada en el valle suponía el 25% del conjunto español, en vísperas de la Guerra Civil implicaba el 41%. Desde el punto de vista espacial, este avance se debe esencialmente al aprovechamiento de los saltos del Pirineo oscense y leridano, por lo tanto de los ríos de las cuencas del Medio y Bajo Ebro. Las fuertes inversiones las realizaron unas pocas firmas catalanas y vascas, con el propósito esencialmente de cubrir la creciente demanda de sus mercados. Así lo hicieron, en Huesca, Ibérica (88 MW), Energía e Industrias Aragonesas (67 MW), y Coop. de Fluido Eléctrico (24 MW) y, en Lérida, Riegos y Fuerzas del Ebro (213 MW) y Productora de Fuerzas Motrices (28MW) (Garrués, 2008a).

Durante el primer tercio del siglo XX, en Aragón, el aprovechamiento de los recursos hidráulicos se vinculó sobre todo a aquellos caudales regulares que discurrían por pendientes pronunciadas. Las cabeceras de los afluentes pirenaicos del Ebro cumplen con estas características dado que, al tiempo que su alimentación nival les otorga una cierta regularidad de caudal, están asociados a fuertes pendientes orográficas. Es el caso de los tres grandes afluentes: Aragón, Gállego y Cinca-Esera. Asimismo, la importancia del caudal del Ebro a partir de la comarca del Bajo Aragón, a pesar de su escasa pendiente, le otorga un importante potencial hidroeléctrico. En 1907 las tres principales sociedades eléctricas locales zaragozanas se fusionan constituyendo la entidad Sociedades Eléctricas Reunidas, que junto con Teledinámica del Gállego dio lugar a la creación en 1911 de la nueva sociedad Eléctricas Reunidas de Zaragoza (Germán, 1990). Desde mediados de la década de 1910, grandes grupos vinculados a las zonas más desarrolladas del país y con mayor demanda eléctrica (inversiones de capital vasco, catalán y madrileño), aprovechando los progresivos avances de la tecnología del transporte de alta tensión, entran en el aprovechamiento eléctrico de los recursos hidráulicos existentes en Aragón. Esto posibilitó el desarrollo hidroeléctrico del Alto Aragón, consolidando a la provincia de Huesca, tras su vecina Lérida, en el orden productivo eléctrico español del periodo anterior a la guerra civil. Así, la producción hidroeléctrica aragonesa experimentó un crecimiento formidable durante las décadas de los años veinte y treinta, con un ritmo muy superior al global español. La casi totalidad de esta potencia instalada en Aragón, casi el 98%, era de origen hidráulico y representaba en 1935 el 17,2% del potencial hidráulico español (Germán, 2008).

En la Cuenca del Júcar, Hidroeléctrica Española comienza la producción hidroeléctrica con el salto de El Molinar (Villa de Ves-Albacete). En 1913 inaugura su quinto grupo, con el que suma una potencia instalada de 100 millones de kWh. Dos hitos marcan esta central: es la más rentable de las que funcionan entonces en España y, por primera vez en el mundo, se consigue trasladar 16.000 caballos de vapor a una distancia de 240 km, la existente entre la central y Madrid. En 1956 El Molinar deja de producir electricidad, coincidiendo con la inauguración de la central de Cofrentes. Concluida El Molinar se construye la central de Villora, sobre el Cabriel y el Guadazaón. Inaugurada en 1914, pronto se quedó pequeña para poder cumplir con la demanda en horas punta, por lo que en 1925 duplicó su potencia, dotándola de un grupo de 13,6 MW. Un año más tarde se inaugura la central de Batanejo como complementaria, con un grupo de 2 MW, y esta central culmina su capacidad con la incorporación en 1945 de un cuarto grupo de 14 MW. También en los años veinte del siglo pasado se inaugura la central de Cortes de Pallars, que suma 30 MW tras la puesta en marcha de su segundo grupo en 1923. A finales de este periodo se inicia la construcción del salto de Millares, finalizado en 1933 con dos grupos de 20 MW cada uno, que se ampliarían a tres en 1935 y a cuatro en 1945; los 80 MW generaban 400 GWh anuales, lo que supone la mitad de la producción total de Hidroeléctrica Española en aquel periodo (Chapa, 2002).

1.2. Segunda etapa: 1940-1953

La Guerra Civil y los quince años que siguieron a su conclusión fueron muy duros para la economía española. El trienio del conflicto no afectó gravemente al sistema eléctrico español, debido a que existía un cierto margen de capacidad productiva no utilizada, la normalización del servicio fue inmediata y sin graves problemas. Pocos años después, la insuficiencia de la producción eléctrica se convierte en un problema de gran magnitud en todo el país. Los cortes por la escasez de la producción se inician en 1944, continúan con distinta intensidad hasta 1954, y se reproducen de forma muy débil en 1957. Los años inmediatos de postguerra, conocidos como los de «sequía pertinaz», tuvieron en Andalucía un perfil aún más grave, si cabe, que en el resto del territorio peninsular, debido a la penuria pluviométrica. En realidad fue una sequía particularmente severa y de amplia duración temporal que se inicia suavemente en 1941, se acentúa en 1942 y 1943, es especialmente grave en 1944 y 1945, se alcanza un cierto alivio hidráulico en 1946-1948 y, seguidamente (1949-1950), vuelve de nuevo a reproducirse una situación de lluvias escasas (Bernal, 1994).

Entre 1941 y 1945 el incremento de la capacidad productiva es prácticamente nulo. Después, en pleno periodo de restricciones se reemprende el crecimiento, pero no es hasta 1952 cuando se hace intenso y regular. Al final de la Guerra Civil el sector eléctrico queda estrechamente controlado por el Estado. El Gobierno establece los precios a los que ha de venderse el fluido. Durante la década de 1940-1950, la doctrina oficial defiende el principio de retorno a los niveles de precios y de salarios de 1936. Los precios oficiales de la electricidad se mantienen congelados a niveles de 1936 hasta 1951, lo que en términos reales significa un descenso de 100 a 17, de ahí que las compañías encontraran pocos estímulos para acordar nuevas inversiones (Sudrià, 1990). En esta etapa fueron muy pocas las empresas privadas de nueva creación. Sólo hay que destacar la puesta en explotación de las enormes reservas hidroeléctricas de Galicia, hasta entonces prácticamente intactas, que llevaron a cabo Fuerzas Eléctricas del Noroeste (Fenosa) y Saltos del Sil, fundadas respectivamente en 1943 y 1945 (De Torres, Pazo y Santos, 1988).

Ante estas circunstancias de falta de suministro, por la incapacidad del sistema para atender la demanda, el 3 de agosto de 1944 las mayores empresas eléctricas del país

constituyen Unidad Eléctrica S.A. (Unesa), con el objetivo de «coordinar el conjunto del sistema eléctrico nacional a nivel suprarregional y supraempresarial, de modo que las instalaciones de cada empresa se pusieran al servicio del abastecimiento integral de la demanda del país y se pudieran, asimismo, efectuar los intercambios de energía eléctrica necesarios, consiguiendo que los excedentes de las zonas regionales en los que hubiera en un momento dado exceso de producción cubrieran el déficit de oferta existente en otras». Las nuevas sociedades se integraron de manera voluntaria, pero conservando su personalidad jurídica y capacidad de gestión en el desarrollo de sus intereses privados. En el momento de la constitución, este conjunto de empresas representaban aproximadamente el 80% de la producción eléctrica total, y eran: Hidroeléctrica Española, Sociedad General Gallega de Electricidad, Saltos del Duero, Hidroeléctrica Ibérica, Electra de Viesgo, Mengemor, Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, Energía Eléctrica de Cataluña, Compañía de Riegos y Fuerzas del Ebro, Compañía Sevillana de Electricidad, Compañía de Fluido Eléctrico, Eléctricas Reunidas de Zaragoza, Energía e Industrias Aragonesas, Compañía Eléctrica de Langreo, Unión Eléctrica Madrileña, Saltos del Alberche e Hidroeléctrica del Chorro (Unesa, 2005).

Durante esta etapa la intervención estatal se concreta en tres aspectos: las centrales del INI, el régimen de tarifas y el Plan de Embalses del Ministerio de Obras Públicas.

En los años cuarenta la intervención directa del Estado en la industria eléctrica se manifiesta a través de la actuación del INI, creado en 1941, que fundó varias empresas nacionales para la generación de electricidad en centrales térmicas. En energía hidroeléctrica, el INI promovió la Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana (ENHER), creada en 1946, asignándole el aprovechamiento integral del Noguera Ribagorzana, en el Pirineo y en el tramo interior del Ebro. Por otra parte, se crearon la Hidroeléctrica de Galicia e Hidroeléctrica de Moncabril, absorbidas después por Endesa y Unión Fenosa respectivamente.

A comienzos de los años cincuenta se dan los primeros pasos para una mayor liberalización de la economía del país. Además se inicia el desbloqueo internacional, y algunos de los primeros créditos extranjeros, principalmente de Estados Unidos, fueron empleados para la adquisición de equipos que las compañías eléctricas necesitaban de manera urgente. La transformación de la política económica suponía para la industria eléctrica una reforma y actualización de las tarifas, congeladas desde 1936, y con ello se abría la posibilidad de construir nuevas centrales eléctricas. Para consolidar el nuevo ciclo inversor, resultó necesario modernizar la gestión del sistema eléctrico y reformar, además de actualizar, sus tarifas eléctricas. Este fue el objetivo del Decreto de 12 de enero de 1951, que estableció y reguló el régimen de la Red General Peninsular integrada por los sistemas eléctricos de las sociedades que produjeran al menos 25 gigavatios/hora (GWh) anuales. Las empresas integradas en esa Red estaban obligadas a efectuar los transportes e intercambios de energía acordados con otras empresas u ordenados por las Administraciones por razones de utilidad pública. Este Decreto de 1951 estableció además un sistema único de tarifas, las denominadas Tarifas Tope Unificadas¹, de aplicación en todo el país.

El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1940, apoyado en sus pilares fundamentales en el de 1933, sirvió a manera de catálogo de obras a realizar desde aquella fecha hasta 1982. Estas actuaciones estaban encaminadas a la construcción de grandes embalses que sirviesen para la regulación de los ríos, evitar avenidas y mejorar regadíos, pasándose de una capacidad de embalse de 3.930 a 42.000 hectómetros cúbicos en 1980. El enorme incremento de la potencia instalada desde 1940 (cuadro 1) y de la producción de electricidad

1 PUEYO, A. (2007): «El sistema regulador de las Tarifas Tope Unificadas», en *Electra y El Estado. La intervención pública en la industria eléctrica bajo el franquismo*, Thomson-Civitas y Comisión Nacional de Energía. Pamplona. vol. I, pp. 163-280.

Cuadro 1
POTENCIA HIDROELÉCTRICA INSTALADA EN ESPAÑA. 1941-2008. MW

Año	Potencia Hidroeléctr.	Potencia Total	Hidroeléctrica/ Total (%)	Año	Potencia Hidroeléctr.	Potencia Total	Hidroeléctrica/ Total (%)
1941	1.355	1.740	77,9	1975	11.954	25.467	46,9
1942	1.376	1.771	77,7	1976	12.497	26.591	47,0
1943	1.408	1.818	77,4	1977	13.096	27.550	47,5
1944	1.412	1.827	77,3	1978	13.530	28.278	47,8
1945	1.458	1.876	77,7	1979	13.513	29.902	45,2
1946	1.500	1.937	77,4	1980	13.577	31.144	43,6
1947	1.662	2.112	78,7	1981	13.579	32.788	41,4
1948	1.756	2.234	78,6	1982	13.821	33.509	41,2
1949	1.890	2.481	76,2	1983	14.087	35.612	39,6
1950	1.906	2.553	74,7	1984	14.119	38.902	36,3
1951	1.986	2.660	74,7	1985	14.661	41.467	35,4
1952	2.192	2.963	74,0	1986	15.201	42.003	36,2
1953	2.527	3.302	76,5	1987	15.269	42.171	36,2
1954	2.553	3.436	74,3	1988	15.673	44.646	35,1
1955	3.200	4.103	78,0	1989	16.545	45.626	36,3
1956	3.659	4.722	77,5	1990	16.991	45.376	37,4
1957	3.900	5.510	70,8	1991	17.087	45.945	37,2
1958	4.195	6.073	69,1	1992	17.189	46.307	37,1
1959	4.436	6.384	69,5	1993	17.248	46.385	37,2
1960	4.600	6.567	70,0	1994	17.395	47.196	36,9
1961	4.768	7.010	68,0	1995	17.455	47.824	36,5
1962	5.190	7.488	69,3	1996	17.605	49.292	35,7
1963	5.895	8.387	70,3	1997	17.654	51.012	34,6
1964	7.020	9.726	72,2	1998	17.763	52.479	33,8
1965	7.193	10.173	70,7	1999	17.973	54.183	33,2
1966	7.680	11.137	69,0	2000	17.960	56.176	32,0
1967	8.227	12.898	63,8	2001	18.166	58.412	31,1
1968	8.543	13.988	61,1	2002	18.276	62.843	29,1
1969	9.332	15.653	59,6	2003	18.477	66.501	27,8
1970	10.883	17.924	60,7	2004	18.630	73.004	25,5
1971	11.057	19.073	58,0	2005	18.743	79.413	23,6
1972	11.136	21.871	50,9	2006	18.892	84.518	22,4
1973	11.470	23.207	49,4	2007	18.904	91.106	20,7
1974	11.841	24.337	48,7	2008	19.015	94.761	20,1

Fuente: Unesa. *Memoria Estadística Eléctrica*.

son suficientemente expresivos. Según Morales (1996), en España no había existido una política hidráulica para la transformación de secano en regadío, sino una política con otros fines, principalmente dirigidos a la producción de energía hidroeléctrica.

A comienzos de los años cincuenta se inauguran cinco centrales de más de 50 MW. En 1952 las de Benos (59 MW), Castro (84 MW) y Cofrentes (124 MW). En 1953 las de Salime (156 MW) y Los Peares (159 MW).

1.3. Tercera etapa: 1954-1970

Tras la aprobación de las Tarifas Tope Unificadas se entró en la segunda etapa inversora de la industria eléctrica. Las construcciones alcanzaron su momento culminante en 1955-1957, en el caso de las grandes empresas. En la década de 1950 se añadieron 3.290 MW, en su mayoría de naturaleza hidráulica (67%). En esta época empezaron a ganar protagonismo las centrales de más de 50 MW. Durante el segundo quinquenio de la citada década se inauguran las centrales de San Esteban (266 MW), Saucelle (251 MW), Canelles (108 MW), Barazar (84 MW), Silvón (63 MW) y Bárcena (61 MW).

Entre 1960 y 1964 se instalan 2.584 MW en centrales hidroeléctricas. Durante estos cinco años se inauguran las centrales de Aldeadávila (810 MW), Mequinenza (324 MW), Puente Bibey (285 MW), Belesar (225 MW), Valdecañas (225 MW) y Cornatel (122 MW). También son reseñables las nuevas aportaciones de las centrales con 55 MW de potencia: Eume, Sau y Puerto Peña; así como las de San Agustín y Miranda, de 65 MW cada una. Estas 11 centrales suponen el 88,5% de la potencia hidroeléctrica instalada.

Durante el segundo lustro de la década de los sesenta la potencia instalada se incrementa en una cifra aproximada al quinquenio anterior: 2.312 MW. Mientras que en 1965 no se inaugura ninguna gran central, al año siguiente lo hacen las de Aguayo (339 MW), Las Ondinas (81 MW), Velle (80 MW) y Llavors (53 MW). De 1967 son las de Ribarroja (263 MW), Torrejón (129 MW), Susqueda (86 MW), Portodemouros (76 MW) y las Arbón, La Barca Y Santiago-Jares, con potencias comprendidas entre los 51 y 56 MW. Un año más tarde sólo se inaugura Iznajar (77 MW). En cambio, los dos años siguientes son un bienio de referencia en la historia hidreléctrica de España. En 1969 se conectan a la red José María Oriol (934 MW), Castrelo (112 MW), Ip (84 MW), Eriste (80 MW), Mediano (66 MW) y Biescas 2 (62 MW); y en 1970 se inauguran Almendra-Villarino (810 MW), Azután (180 MW) y Frieira (130 MW).

En esta etapa se consuma el paso de la hulla blanca a la verde. La electricidad obtenida a partir de la regulación mediante embalses de cabecera ubicados en las grandes cordilleras montañosas, frecuentadas por las nieves, se completa con la conseguida en los cursos medios o valles de los grandes ríos españoles. Así lo acreditan en los años cincuenta las inversiones de Iberduero (514 MW), de Saltos del Sil en este río (393 MW), de Hidroeléctrica Española en el Júcar (185 MW), de Fenosa en el Miño (183 MW), de Unión Eléctrica Madrileña en el Tajo (134 MW), y de Hidroeléctrica del Cantábrico en el Navia (126 MW) (Garrués, 2008a).

En el Valle del Ebro se incrementa la explotación de la hulla blanca oscense leridana por parte de un número reducido de compañías. Las inversiones de ENHER (241 MW), Productora de Fuerzas Motrices (154 MW), Cía de Fluido Eléctrico (69 MW), Energía e Industrias Aragonesas (85 MW) e Hidronitro (26 MW) explican casi dos tercios de la potencia creada antes de los años sesenta. En la década siguiente prácticamente se duplica la potencia instalada también bajo la actuación de varias empresas. Una vez más ENHER (735 MW), en este caso mediante el aprovechamiento de dos grandes embalses sobre el río Ebro —Mequinenza y Riba-Roja— y Fuerzas Eléctricas de Cataluña S.A. (FECSA) (341

MW), a través de los últimos recursos en altura del Pirineo leridano, concentraron la mayor capacidad productiva. El resto de la potencia puesta en servicio se debe a las actuaciones de Energías de Aragón (178 MW) y ERZ (151 MW), también en Huesca, e Iberduero (131 MW) en el Alto Ebro (Garrús, 2008b).

El desarrollo hidroeléctrico en Aragón se produce especialmente durante el quinquenio 1951-1955 y en la década de 1960, y estuvo estrechamente vinculado a las obras hidráulicas del periodo. En esos años la potencia instalada hidroeléctrica aumentó a una tasa anual del 8,6%, pero todavía algo inferior a la media española. Dos empresas protagonizaron este crecimiento: ENHER, que iniciaba su presencia en el Noguera Ribagorzana (Escalles), y, en menor medida, Energía e Industria Aragonesas (EIASA) en el Alto Gállego. La etapa de mayor crecimiento se produjo durante la década de los sesenta, especialmente durante el primer quinquenio (la potencia instalada creció a una tasa anual del 15,9%, muy superior a la media española, frente al 8,1% del segundo quinquenio). La principal protagonista es ENHER y la importante central de Mequinzenza destinada hacia la demanda catalana. En la segunda mitad de la década de los sesenta el protagonismo de ENHER es compatible con las nuevas centrales de EIASA, que pasó del Alto Gállego al aprovechamiento de saltos hidráulicos en el Ésera (Eriste), así como ERZ, que verificó en estos años un esfuerzo productivo en el Aragón, central de IP en Canfranc (Germán, 2008).

En Cataluña el segundo ciclo de expansión hidráulica despegó a comienzos de la década de los años cincuenta, y se extendió hasta 1970. Se diferencia del anterior en un aspecto importante: el protagonismo del capital público en las inversiones hidráulicas (Urteaga, 2003). Entre 1950 y 1960 se ponen en funcionamiento 23 nuevas centrales situadas, la mayor parte, en las cuencas altas de los ríos Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana. El proceso de explotación está dirigido por ENHER, que construye, entre otras, las centrales de Senet (1951), Vilaller (1952), Escalles (1953), El Pont de la Suert (1955) y Caldes de Boí (1958). Hidroeléctrica de Cataluña y Fuerzas Eléctricas de Cataluña (FECSA) también realizan obras, pero con una actividad más modesta: La Plana de Monrós (1940), Espot (1953), Esterri (1958), Unarre (1958). En los años sesenta, pese a que se habían agotado prácticamente las posibilidades de obtención de energía hidráulica, se ponen en funcionamiento dos centrales: Llavorsí-Cardós (1965) y Tavascan (1971) (Boneta, 2008).

Fue a partir de 1956, cuando la empresa Hidroeléctrica Española, una de las principales del sector y que atendía el abastecimiento de la zona centro-oriental, con Madrid y Valencia como principales mercados de consumo, consiguió la concesión para explotar los recursos hídricos del Tajo Inferior, esto es, el tramo que dicho río tiene desde poco antes de su entrada en la provincia de Cáceres. A partir de este momento inició la construcción de una serie de grandes saltos que culminarán con la construcción de la nuclear de Almaraz, con importante producción, y que colocará a Cáceres entre las primeras provincias españolas en el sector. La considerable potencia instalada en los saltos de la provincia confirma la existencia de unas condiciones favorables en la red fluvial cacereña, especialmente en el Tajo. Este río, poco después de entrar en la provincia, se encaja en el zócalo paleozoico y prácticamente continúa así hasta que abandona territorio español, incluso con mayor intensidad que al principio. En los 280 km de recorrido del Tajo por la provincia cacereña tiene un descenso de 302 m., pendiente de cierta importancia. Además, los materiales que cruza el Tajo son aptos para construir grandes presas y que los embalses resultantes no tengan grandes pérdidas por filtraciones y aterramientos. Es innegable que aquí es donde el Tajo y alguno de sus afluentes, como el Alagón, presentan las mejores condiciones para la producción eléctrica, pues a las características citadas se une el que aquí lleva más caudal, lo que explica la magnitud de los saltos y la elevada cuantía de la potencia instalada en ellos (García Zarza, 1990).

En conclusión los años sesenta muestran un perfil de ampliación de la capacidad de producción eléctrica con fluctuaciones muy pronunciadas. En el primer lustro el 78,8% de la potencia de nueva creación (3.163 MW en total) fue hidráulica; mientras que en la segunda mitad de la década, 1965-1970, en cambio, se igualaron los megavatios térmicos e hidráulicos, que sumaron 7.122 MW en total, incluidos los 153 MW nucleares (Espejo, 2002). Asistimos en los años finales de las Tarifas Tope Unificadas a una verdadera explosión de construcciones, de tal manera que la potencia instalada en 1970 aumentó en un 159% respecto a 1959. Además, las centrales de gran tamaño reunieron la mayor parte de la nueva capacidad de producción. Nueve de un total de 49 centrales supusieron el 73,2% de la potencia total puesta en servicio en los sesenta: seis hidráulicas, con el 70,7% del total de este tipo de generación, y tres térmicas, que supusieron el 80,9% de la potencia térmica (Pueyo, 2007).

Otro aspecto a destacar en este periodo es la interconexión de las redes eléctricas de Francia y España, para el intercambio de electricidad entre los dos países y con el resto de la red europea.

1.4. Cuarta etapa: 1971-1989

Durante los años setenta y ochenta del siglo pasado se produce una ralentización en el proceso de crecimiento hidroeléctrico, debido a que estos recursos son cada vez menores, más costosos y más lentos en su primer establecimiento respecto a otras energías alternativas. Hay que señalar que el avance productivo de esta etapa se origina esencialmente por la utilización de las nuevas centrales de bombeo, mixto inicialmente y de bombeo puro desde mediados de la década de los ochenta. Ambas explican dos tercios del crecimiento de este periodo, el resto se debe a la puesta en funcionamiento de algunas centrales y, en menor medida, a la rehabilitación de viejas y pequeñas instalaciones.

En el año 1971 se inauguran las centrales de Tavascan (120 MW), en 1972 Albarellos (59 MW); el año 1973 supone un repunte en la potencia instalada con la puesta en funcionamiento del segundo grupo de Bolarque (208 MW) y de la central de Guillena (210 MW). De 1975 son las centrales de Conso (270 MW) y Cotreras II (75 MW). Entre 1976 y 1978 se da otro impulso fruto de la conexión a la red de las centrales de Cedillo (440 MW), Tajo de la Encantada (360 MW) y los segundos grupos de Villalcampo y Castro, cada uno con 110 MW.

El último y gran momento de la gran industria hidroeléctrica española se vive durante el último lustro de la década de los ochenta, con las aportaciones de las centrales de bombeo: en 1985 Estany Gento-Sallente (451 MW), Moralets (221 MW); en 1986 el segundo grupo de Aldeadávila (421 MW); y entre 1988 y 1989 Cortes II (284 MW) y La Muela de Cortes (635 MW). El aprovechamiento hidráulico de Cortes-La Muela constituye el mayor sistema europeo de bombeo de agua, incluye el Salto de Cortes II y el Salto de Bombeo de la Muela; este último permite trasladar la energía producida durante la noche de forma continua por las centrales térmicas y nucleares a las horas de máxima demanda. Al mismo tiempo constituye una considerable reserva de energía, de disponibilidad inmediata y elevada potencia, para suplir cualquier desacoplamiento de un grupo térmico y estabilizar la red. Pieza clave de esta gigantesca estación de bombeo para acumular energía producida en horas valle es el embalse de 140 hectáreas de superficie y 23 hectómetros cúbicos de capacidad útil construido en la altiplanicie de la Muela de Cortes mediante excavación y empleo de los materiales extraídos en la construcción de un dique perimetral de escollera. La conexión de este reservorio superior con la presa de Cortes, que actúa como depósito inferior de bombeo, se hace por una tubería forjada en acero, de 680 m de longitud y 4,8 m de diámetro. Una central subterránea de colosales proporciones alberga tres grupos reversibles turbina-bomba con potencias de 630 MW en turbinación y 540 MW en bombeo, con capacidad global para impulsar 127,1 m³/s a 502 m de altura (Gil Olcina, 1996).

1.5. Quinta etapa: 1990-2008

El Plan Energético Nacional de 1978 considera como objetivo primordial la utilización al máximo de la capacidad de producción hidroeléctrica del país, autóctona y renovable. La Ley 82/1980 sobre Conservación de la Energía surge para hacer frente a la segunda crisis del petróleo. El desarrollo de dicha Ley da lugar al fomento de la autogeneración eléctrica, y establece como actividad que permite el otorgamiento de los beneficios previstos en la misma, la de construir, ampliar o adaptar para su utilización instalaciones de producción hidroeléctrica con una potencia de hasta 5 MW. Con el Real Decreto 1217/1981 se instrumentan las medidas para fomentar la máxima capacidad de producción hidroeléctrica del país en el marco de las centrales a las que se refiere la Ley. Con esta disposición se incentiva la actividad mediante la concesión de créditos a la nueva inversión y el establecimiento de un precio de venta de la energía producida adecuado para activar la realización de las instalaciones. El Plan Energético Nacional 1991-2000 establece un programa de incentivación a la cogeneración y de la producción de energías renovables. Dentro de este contexto, la Ley 40/1994 de Ordenación del Sector Eléctrico Nacional (LOSEN) consolida el concepto de régimen especial. La Ley 24/1997 del Sector Eléctrico hace obligada la promulgación del R.D. 2818/1998, sobre el régimen especial de energía eléctrica, que comprende las instalaciones de energías renovables, residuos y cogeneración, en todos los casos para instalaciones de hasta 50 MW (Espejo, 2006).

Como consecuencia de este marco legal y económico tan favorable, la potencia hidroeléctrica instalada en centrales hidroeléctricas de menos de 50 MW se duplica en la década de los noventa y se triplica desde comienzos de esa década a la actualidad (cuadro 2). La misión de las centrales de pequeña potencia consiste fundamentalmente en procurar ahorro en el consumo de los combustibles más caros. Se intenta construir e instalar pequeños grupos normalizados con inversiones económicas relativamente reducidas y con unos gastos de explotación (personal, mantenimiento y reparaciones) por kWh producido muy bajos en comparación con los saltos grandes (Blázquez, 1983).

Galicia y Navarra son dos de las regiones que más han incrementado su potencia en este tipo de centrales. En el caso de Galicia, a partir de 1980, coincidiendo con la entrada en vigor de la Ley sobre la Conservación de la Energía y otras iniciativas de la Xunta de Galicia, cobra interés la posibilidad de poner en servicio antiguos pequeños aprovechamientos hidroeléctricos que habían caído en desuso o en el olvido. Esta rehabilitación ofrece para Galicia un especial interés, puesto que con ello pudo tanto aumentar la producción global como diversificarla, atenuando así posibles crisis energéticas futuras. Pero, además, las minicentrales ofrecen la ventaja de estar adaptadas al rasgo principal de la población gallega, es decir, su extrema dispersión por el territorio y su ubicación mayoritaria en áreas rurales. El interés puesto por la Administración tanto central como autonómica, así como particulares y grandes empresas como Fenosa, se plasmó en la rehabilitación de algunas de esas pequeñas centrales. En 1992 funcionaban 75 de ellas a pleno rendimiento, bien reacondicionadas, bien de nueva construcción (De Torres, Pazo y Santos, 1988). En Navarra también se ha incrementado la potencia hidroeléctrica en pequeñas centrales. En los años ochenta, el Gobierno de Navarra, junto a otras empresas, fundó Energía Hidroeléctrica de Navarra, con la intención de realizar un aprovechamiento racional y eficiente de las centrales que desde los años cincuenta se habían considerado marginales (Garrués, 1997).

En esta etapa, a nivel empresarial, la conveniencia de disponer de empresas fuertes y mejor preparadas para la competencia de las grandes compañías europeas aconsejó un nuevo proceso de ordenación del sector, que se llevó a cabo en los años 1991 y 1992, impulsado desde las más altas autoridades energéticas nacionales. Radica aquí el origen

de los grandes grupos empresariales actuales, uno de capital público nucleado en torno a Endesa, que luego fue privatizado en su totalidad, y otro de carácter privado: Iberdrola, Unión Fenosa e Hidroeléctrica del Cantábrico. Posteriormente, en 2001, aparecerá un quinto grupo de carácter privado, Enel Viesgo (Unesa, 2005). A finales de la primera década de este siglo Endesa pasa a manos de la multinacional italiana Enel, y Unión Fenosa se une a Gas Natural para constituir un nuevo grupo energético.

Cuadro 2
POTENCIA HIDRÁULICA INSTALADA EN RÉGIMEN ESPECIAL.1990-2008

Año	Potencia MW	Incremento anual MW	Incremento anual (%)	Potencia hidroeléctrica total MW	Potencia Régimen Especial/ Potencia Total (%)
1990	640			16.991	3,8
1991	754	114	17,8	17.087	4,4
1992	796	42	5,6	17.189	4,6
1993	856	60	7,5	17.248	5,0
1994	940	84	9,8	17.395	5,4
1995	998	58	6,2	17.455	5,7
1996	1.058	60	6,0	17.605	6,0
1997	1.107	49	4,6	17.654	6,3
1998	1.297	190	17,2	17.763	7,3
1999	1.437	140	10,8	17.973	8,0
2000	1.467	30	2,1	17.960	8,2
2001	1.560	93	6,3	18.166	8,6
2002	1.592	32	2,1	18.276	8,7
2003	1.665	73	4,6	18.477	9,0
2004	1.707	42	2,5	18.630	9,2
2005	1.769	62	3,6	18.743	9,4
2006	1.899	130	7,3	18.892	10,1
2007	1.896	-3	-0,2	18.904	10,0
2008	1.981	85	4,5	19.015	10,4

Fuente: Comisión Nacional de Energía.

3. La producción hidroeléctrica

3.1. Evolución reciente de la producción

La producción hidroeléctrica anual en España es muy variable (cuadro 3) porque depende de las precipitaciones, y éstas son muy irregulares en la mayor parte de su territorio. En años húmedos supera los 40.000 GWh, pero desde comienzos de los noventa sólo se ha dado esta situación en tres años (1996, 2001 y 2003). En cambio, en los años secos no llega a los 25.000 GWh. La media de las dos últimas décadas ha sido 30.926 GWh, lo que representa un 14,7% de la producción media total de electricidad en nuestro país.

Recientemente, para hacer frente al fuerte crecimiento anual del consumo de electricidad en España, se ha desarrollado un amplio plan de construcción de centrales térmicas de ciclo combinado (Espejo y Capel, 2007; Espejo, 2008). Esta situación, junto a la exigüidad de las precipitaciones durante la última década, explica que la aportación de la electricidad hidroeléctrica al conjunto de la producción se haya reducido considerablemente².

Cuadro 3
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA Y SU APORTACIÓN A LA PRODUCCIÓN TOTAL. GWH. 1990-2008

Año	Producción Régimen Ordinario	Producción Régimen Especial	Producción Total Hidroeléctrica	Producción Total de Electricidad	% Hidroeléctrica/ Total
1990	25.024	977	26.001	151.741	17,1
1991	26.726	1.647	28.373	159.392	17,8
1992	19.511	2.037	21.548	161.105	13,4
1993	23.524	2.241	25.765	160.890	16,0
1994	26.267	2.491	28.758	164.942	17,4
1995	21.968	2.240	24.208	169.094	14,3
1996	37.694	3.589	41.283	176.510	23,4
1997	33.170	3.451	36.621	189.381	19,3
1998	33.995	3.624	37.619	196.792	19,1
1999	24.173	3.798	27.971	209.885	13,3
2000	27.844	3.936	31.780	225.105	14,1
2001	39.426	4.409	43.835	237.684	18,4
2002	22.526	3.901	26.427	246.789	10,7
2003	38.774	5.091	43.865	265.071	16,5
2004	29.778	4.752	34.530	282.099	12,2
2005	19.169	3.820	22.989	294.260	7,8
2006	25.330	4.148	29.478	303.271	9,7
2007	26.352	4.126	30.478	313.342	9,7
2008	21.428	4.638	26.066	321.447	8,1

Fuente: Unesa y Comisión Nacional de Energía.

- 2 Con frecuencia la prensa publica noticias sobre los años de alta o baja producción hidroeléctrica:
- «La producción hidroeléctrica aumentó un 79,4% en 1977». Diario *El País*, 12 de enero de 1978.
 - «La producción hidroeléctrica de la región cayó el año pasado un 72% por culpa de la sequía. Los saltos de agua apenas aportan el 5% de la energía eléctrica que genera Extremadura». Diario *Hoy*, 13 de octubre de 2006.
 - «La sequía interrumpe la generación de electricidad en la central de Alcántara (José M^o Oriol). Es la mayor planta hidroeléctrica de Extremadura con 933 MW de potencia. La actividad se detuvo a finales de septiembre con el objetivo de garantizar el suministro de agua a Cáceres». Diario *El Periódico. Extremadura*, 25 de noviembre de 2009.
 - «Aumenta un 40% la producción hidroeléctrica en Castilla y León. Los embalses de Iberdrola en la Cuenca del Duero se encuentran al 80% de capacidad». Diario *Norte de Castilla*, 19 de febrero de 2010.

A finales de 2008, la energía de las centrales hidráulicas de más de 50 MW aportan el 1,4% de la energía primaria, y el 7,3% del balance eléctrico (figuras 1 y 2). La producida en centrales de menos de 50 MW se incluye en el apartado de renovables por estar incluida en el régimen especial.

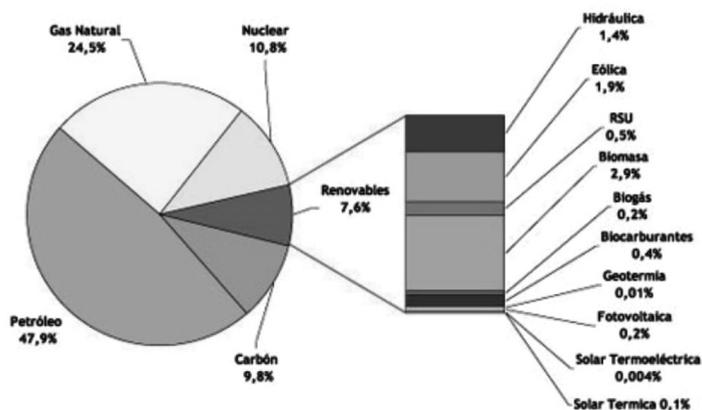


FIGURA 1. Balance energía primaria 2008.

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

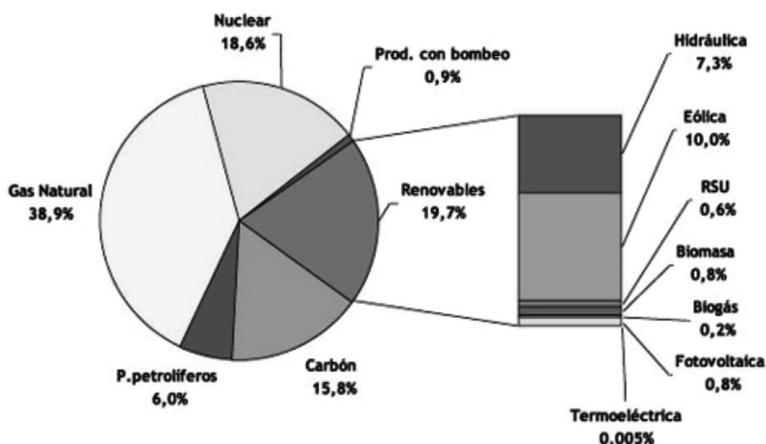


FIGURA 2. Balance eléctrico 2008.

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

3.2. Distribución de la potencia y producción de hidroelectricidad

Los principales aprovechamientos hidroeléctricos, dadas las características geomorfológicas, climáticas e hidrológicas, se sitúan en la mitad Norte de España (cuadros 4 y 5). Teniendo en cuenta que la hidroelectricidad necesita agua y desniveles topográficos, aunque este segundo aspecto puede quedar subsanado con la tecnología actual, aquellas áreas donde convergen ambos, son las que presentan el mayor peso de la producción (Molina, 1983).

Destaca en primer lugar la cuenca del Norte, cuyos ríos presentan caracteres idóneos para su utilización energética, sobre todo el complejo del Noroeste. En el territorio gallego, la compartimentación de su relieve y la densa red fluvial que lleva aparejada, ha favorecido desde siempre una intensa utilización de sus cursos de agua. La red de embalses de Unión Fenosa está extendida por toda la región, especialmente en las provincias interiores, siendo el Miño la arteria esencial que acoge la mayor parte de las presas (De Torres, Pazo y Santos, 1988).

Cuadro 4
POTENCIA HIDROELÉCTRICA INSTALADA EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.
 2008

Cuenca Hidrográfica	Número de aprovechamientos	% Total	Potencia instalada MW	% Total
Norte	293	22,3	4.058	22,3
Ebro	343	26,1	3.934	21,6
Duero	155	11,8	3.761	20,7
Tajo	121	9,2	2.878	15,8
Júcar	65	5,0	1.389	7,6
Guadalquivir	29	2,2	569	3,1
Galicia costa	69	5,3	555	3,1
Sur	19	1,4	461	2,5
Guadiana	10	0,8	248	1,4
Cataluña	178	13,6	227	1,2
Segura	27	2,1	108	0,6
Canarias	3	0,2	1	0,0
Total	1.312	100,0	18.190	100,0

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Le sigue en importancia la cuenca del Ebro, sobre todo en dos dominios geomorfológicos y bioclimáticos trascendentales: el Pirineo y la Depresión Central. La cordillera pirenaica cuenta con cursos hidrográficos en los que su caudal resulta significativo y en cierto modo regular, gracias a su alimentación nival, perdiendo importancia a medida que se descende en altitud. Su pendiente también es trascendental, de ahí su aprovechamiento

hidroeléctrico. En Aragón, los ríos pirenaicos, en especial las tres grandes arterias, Aragón, Gállego y Cinca, junto con algunos de sus afluentes, han constituido las áreas de mayor utilización energética de toda la región, dejando a un lado el Ebro, ya que en su caso ha sido el caudal y no la topografía lo que ha hecho posible la implantación de centrales hidroeléctricas destacadas en la producción de la cuenca (Molina, 1980).

La cuenca del Duero ocupa el tercer lugar, y ello obedece a la presencia de ríos procedentes de la cordillera cantábrica, en los que se deja sentir todavía el matiz oceánico, al que se suma, en las cabeceras que coinciden con las altas cumbres, el factor nival. Los embalses dedicados con preferencia o de manera exclusiva a la producción energética forman grupos: uno en el alto Tera, en torno a la laguna de Sanabria, y otro en la penillanura salmantino-zamorana (Cabo, 1989). La existencia de sectores en la red fluvial con intensa pendiente y encajamiento en el basamento paleozoico ha favorecido la construcción de gigantescas presas y embalses, en los que las pérdidas por infiltraciones son reducidas. Estas características fluviales aparecen en zonas donde la red fluvial cuenta con caudales importantes. Destaca, entre todas, el sector en el que el Duero es frontera entre España y Portugal. Estas favorables condiciones energéticas son conocidas desde comienzos del siglo XX, y pronto se iniciaron los trámites con Portugal para la explotación conjunta de las mismas. El acuerdo definitivo se firmó el 11 de agosto de 1927, repartiéndose el tramo internacional entre ambos países para la construcción de presas en el mismo. Poco después se iniciaba la construcción de la primera gran presa española relacionada con el aprovechamiento integral de esta zona, la de Ricobayo en el Esla, inaugurada en 1934 (García Zarza, 1982).

Cuadro 5
*PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS. GWH.
2003-2008*

Cuenca	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total GWH	2003-2008 (%)
Norte	10.564	8.038	5.824	9.526	8.672	7.042	49.666	31,0
Duero	11.094	7.569	3.958	5.979	7.965	4.951	41.516	25,9
Ebro-Pirineo	8.559	7.616	5.301	5.054	5.218	5.847	37.595	23,5
Tajo-Júcar-Segura	7.258	5.112	2.086	3.850	3.853	2.870	25.029	15,6
Guadalquivir-Sur	1.259	1.278	1.123	825	565	612	5.662	3,5
Guadiana	139	164	158	97	78	106	742	0,5
Total	38.873	29.777	18.450	25.331	26.351	21.428	160.210	100

Fuente: Red Eléctrica de España.

En cuarto lugar, y cerrando el conjunto de las cuencas hidrográficas destacadas en la producción hidroeléctrica nacional, está la del Tajo, sobre todo por sus afluentes procedentes del Sistema Central, en los que todavía el factor nival se introduce en su alimentación, amirando esa irregularidad típica de los dominios mediterráneos y acusada en otras cuencas

peninsulares. En la provincia de Cáceres, los materiales que cruza el Tajo son aptos para construir grandes presas que no tengan pérdidas por filtraciones y aterramientos. Es aquí donde el Tajo y alguno de sus afluentes, como el Alagón, presentan las mejores condiciones para la producción eléctrica, pues a las características citadas se une el que aquí llevan más caudal, lo que explica la magnitud de los saltos y la elevada cuantía de la potencia instalada (García Zarza, 1990).

En el resto de las cuencas, Júcar, Segura, Guadiana, Guadalquivir o la del Sur, los aprovechamientos hidroeléctricos no son tan importantes, situándose a gran distancia respecto de los más septentrionales del país, pero también cuentan con centrales que tienen un papel importante en la producción de electricidad, como es el caso de la central de bombeo puro de la Muela de Cortes, en la cuenca del Júcar, la tercera instalación de mayor potencia de las existentes en España.

4. La energía hidroeléctrica en la Política de Fomento de las Energías Renovables

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico tiene como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico, con el triple objetivo de garantizar el suministro eléctrico, garantizar la calidad de dicho suministro y garantizar que se realice al menor coste posible, todo ello sin olvidar la protección del medio ambiente, aspecto que adquiere especial relevancia dadas las características de este sector económico. En su artículo 27, punto 1, define que la actividad de producción de energía eléctrica tendrá la consideración de producción en régimen especial cuando se realice desde instalaciones cuya potencia instalada no supere los 50 MW, y en los siguientes casos:

- a) Instalaciones que utilicen la cogeneración y otras formas de producción asociadas a actividades no eléctricas siempre que supongan un alto rendimiento energético.
- b) Cuando se utilice como energía primaria algunas de las energías renovables, siempre que su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario.
- c) Cuando se utilice como energía primaria residuos no renovables.

Desde la promulgación de la Ley del Sector Eléctrico, varios Reales Decretos han regulado la actividad de producción eléctrica en régimen especial. El último es el RD 661/2007, de 25 de mayo (BOE 26-mayo-2007). En su artículo 2 se clasifican las categorías, grupos y subgrupos de las tecnologías de producción empleadas y de los rendimientos energéticos obtenidos. Las centrales hidroeléctricas se incluyen en el punto 4, grupo b.4, las de potencia inferior a 10 MW, y en el punto 5, grupo b.5, aquellas cuya potencia está comprendida entre los 10 y 50 MW.

Actualmente en España no existen planes concretos para la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas de más de 50 MW. Sin embargo, el Plan de Fomento de Energías Renovables, aprobado por el Gobierno en diciembre de 1999, prevé para el periodo 2000-2010 la instalación de 720 MW en centrales de menos de 10 MW, y 350 MW en centrales de potencia entre 10 y 50 MW. Por tanto un total de 1.070 MW. Si se tiene en cuenta que el incremento de la potencia en estas centrales ha sido de 514 MW entre los años 2000 y 2008, el grado de cumplimiento del objetivo en 2008 es del 48%.

En agosto de 2005 se aprueba el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010. Con esta revisión se trata de mantener el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de energía en 2010, objetivo propuesto en 1997 por el Libro Blanco de las Energías Renovables de la Comisión Europea. Los objetivos

hidroeléctricos establecidos en el Plan se basan en la existencia de potencial hidroeléctrico pendiente de desarrollar, viable técnica y ambientalmente, y poseer una tecnología de alto nivel de madurez con fabricación nacional. El potencial hidroeléctrico a desarrollar en este período se ha fijado sobre la base de los aprovechamientos hidroeléctricos. Esto supone unas previsiones de incremento de la potencia de las minicentrales hidroeléctricas de 450 MW entre 2005-2010, con lo que se alcanzaría una potencia global de 2.199 MW en esta área. Para el área de centrales hidroeléctricas entre 10 y 50 MW se establece el objetivo de un incremento de potencia de 360 MW en el período 2005-2010, lo que supondría alcanzar una potencia global de 3.257 MW (cuadro 6).

Cuadro 6
*PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010. OBJETIVOS EN LAS ÁREAS
HIDRÁULICAS*

Área Minihidráulica (< 10 MW)				Área Hidráulica (10-50 MW)		
CC.AA.	Situación año 2004 (MW)	Incremento 2005-2010 (MW)	Potencia 2010 (MW)	Situación año 2004 MW	Incremento 2005-2010 (MW)	Potencia 2010 (MW)
Andalucía	198	30	228	285	47	332
Aragón	194	40	234	476	33	509
Asturias	90	10	100	153	0	153
Baleares	0	0	0	0	0	0
Canarias	1	1	2	0	0	0
Cantabria	54	5	59	43	0	43
Castilla y León	264	90	354	378	65	443
Castilla-La Mancha	105	40	145	154	30	184
Cataluña	232	50	282	679	25	704
Extremadura	25	7	32	112	0	112
Galicia	215	102	317	432	86	518
Madrid	46	3	49	53	0	53
Murcia	18	4	22	14	0	14
Navarra	161	34	195	50	28	48
La Rioja	46	10	56	0	0	0
C. Valenciana	45	13	58	69	46	115
País Vasco	55	11	66	29	0	29
Total	1.719	450	2.199	2.897	360	3.257

Fuente: Plan de Energías Renovables.

En el PER también se indican las barreras y medidas necesarias para el cumplimiento de este objetivo. Durante décadas, la evolución de la energía hidroeléctrica en España ha sido creciente, aunque la participación de ésta en el total de energía eléctrica hace tiempo

que viene disminuyendo. Actualmente, la generación de electricidad de origen hidráulico sigue encontrando importantes barreras de tipo administrativo que dificultan su desarrollo, y avanza más lentamente de lo previsto. A continuación se relacionan las principales barreras al desarrollo de las centrales hidroeléctricas detectadas en los distintos ámbitos de aplicación:

Ámbito de aplicación	Barreras
Aprovechamiento del recurso eléctrico	Incertidumbre sobre el potencial hidroeléctrico pendiente de desarrollar.
Aspectos administrativos	Procedimiento de tramitación concesional largo y complicado. Paralización de expedientes concesionales sin resolver. Centrales hidroeléctricas paradas y abandonadas desde hace años. Lentitud administrativa en autorizaciones e informes de las Comunidades Autónomas. Problemas con Ayuntamientos y Entidades Locales.
Aspectos sociales y medioambientales	Oposición de grupos ecologistas locales. Abandono medioambiental de medidas correctoras. Falta de criterios específicos para establecer medidas correctoras. Graves demoras en las resoluciones sobre Declaración de Impacto Ambiental.
Aspectos normativos	Normativa de conexión, acceso a la red y condiciones de operación obsoleta. Costes de desvíos en la venta al distribuidor a tarifa regulada.

Fuente: Plan de Energías Renovables en España.

En base al importante potencial hidroeléctrico técnicamente viable que existe en España y sus favorables efectos medioambientales, sería necesario poner en marcha una serie de medidas que facilitarían un mayor ritmo de implantación de nuevas instalaciones, de forma que se incrementase el aprovechamiento de este tipo de energía en el territorio nacional. Las medidas a adoptar podrían ser las siguientes: mantenimiento del apoyo tarifario, fomento de concursos públicos en infraestructuras del Estado, aprovechamiento hidroeléctrico de los caudales ecológicos, activar la tramitación y resolución de expedientes administrativos concesionales y, por último, la elaboración de un nuevo Real Decreto sobre acceso a la red.

También el PER contempla el papel de la colaboración ciudadana, ya que las ventajas que aportan las energías renovables como la minihidroeléctrica son poco conocidas entre la mayoría de la sociedad, que debido en muchos casos a la desinformación, han frenado su desarrollo. Está en manos de la ciudadanía darle el valor que le corresponde a la utilización de las minicentrales hidroeléctricas y al resto de energías renovables, debido a los elevados beneficios ambientales que reporta, como la no emisión de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático, y los efectos derivados de éste. La obtención de energía a través de minicentrales hidroeléctricas es uno de los sistemas de producción energética más limpio y respetuoso con el medio ambiente, como indica el estudio *Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica, Análisis de Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica* (AUMA, 2000). Como toda actividad humana, provoca alteraciones sobre el entorno donde se desarrolla, pero si se realizan adecuadamente todas las medidas minimizadoras de los impactos ambientales que produce, la energía minihidroeléctrica resulta una alternativa completamente viable y necesaria en el futuro.

5. Conclusiones

El enorme esfuerzo humano y económico llevado a cabo a lo largo del siglo XX para la construcción de tantas centrales hidroeléctricas ha situado a España entre los países que cuentan con uno de los mayores parques hidroeléctricos del mundo. Ocupa el octavo lugar dentro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) por su potencia hidroeléctrica en servicio. Sólo naciones de grandes dimensiones como Estados Unidos o Canadá, o países muy montañosos y con grandes recursos hidráulicos, cuentan con un parque hidroeléctrico mayor que el español.

La irregularidad en las precipitaciones se ha sabido compensar mediante la construcción de centrales de bombeo capaces de obtener un altísimo rendimiento del agua como recurso energético.

La producción de energía hidroeléctrica sigue teniendo un papel significativo en la producción total de electricidad. Debe considerarse como sector estratégico de primer orden dado su carácter autóctono, en un país como España que importa la mayor parte de los productos energéticos que consume. No obstante, el desarrollo de ese potencial tropieza actualmente con importantes limitaciones: en primer lugar, porque la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas de tamaño medio o grande entra cada vez más en conflicto con otros importantes usos alternativos del agua y el suelo, y, en segundo lugar, porque buena parte de los emplazamientos potenciales se encuentran en lugares de difícil acceso o implican la realización de complejas y costosas obras civiles que encarecerían notablemente el coste del kWh producido.

Las Políticas de Fomento de las Energías Renovables han dedicado a la hidroelectricidad la atención que merece. Los incentivos económicos han permitido que durante las tres últimas décadas se hayan rehabilitado viejas centrales abandonadas por su aparente falta de rentabilidad. Además, se han construido otras de reducido tamaño, de escaso impacto ambiental y de gran interés por el valor su producción.

6. Bibliografía

- AUMA (2000): *Impactos ambientales de la producción eléctrica: Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.
- BLÁZQUEZ RUBIA, L. (1983): «La función de la energía hidroeléctrica en la cobertura de la demanda de energía eléctrica», *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, Tomo CXIX, pp. 101-114.
- BERNAL, A.M. (1994): «Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad 1894-1983». En ALCALDE, J. ET AL *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien Años de Historia*, Sevilla, Fundación Sevillana de Electricidad, pp. 160-271.
- BONETA CARRERA, M. (2008): «Los aprovechamientos hidroeléctricos en Cataluña», en PINILLA NAVARRO, V. (Ed.) *Gestión y usos del agua en la Cuenca del Ebro en el siglo XX*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 553-561.
- CABO ALONSO, A. (1960): «Factores geográficos de la industria eléctrica española», *Geographica*, año VII, pp. 28-58.
- CABO ALONSO, A. (1989): «El paisaje del agua en Castilla y León», en *Los paisajes del agua. Libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez*, Valencia, Universidades de Valencia y Alicante, pp. 109-120.
- CHAPA, A. (2002): *Cien años de historia de Iberdrola. Los hechos*. Iberdrola, Madrid.
- DE TORRES LUNA, M.P., PAZO LABRADOR, A.J. y SANTOS SOLLA, J.M. (1988): *Los embalses de Fenosa y la Geografía de Galicia en el centenario de Don Pedro Barrié de la Maza 1888-1988*. Fundación Pedro Barrié de la Maza. La Coruña.
- ESEJO MARÍN, C. (2001): «El proceso de fusión de Endesa e Iberdrola y su desestimiento. Apuntes sobre el sector eléctrico en España», *Nimbus*, nº 7-8, pp. 51-65.

- ESPEJO MARÍN, C. (2002): «La producción de electricidad de origen nuclear en España», *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 33, pp. 65-77.
- ESPEJO MARÍN, C. (2004): «La electricidad en las relaciones España-Portugal», *Finisterra*, nº 78, pp. 63-79.
- ESPEJO MARÍN, C. (2006): *Las energías renovables en la producción de electricidad en España*. Caja Rural Regional. Murcia.
- ESPEJO MARÍN, C. (2008): «La electricidad térmica en la Región de Murcia. Medio siglo de contribución al desarrollo», en *Estudios de Desarrollo Regional*. Universidad de Murcia, 95-129.
- ESPEJO MARÍN, C. y CAPEL MOLINA, J.J. (2007): «El gas en la producción de electricidad en España», *Nimbus*, nº 19-20, pp. 71-97.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2008): *Ley del Sector Eléctrico*. Madrid, 5ª edición.
- GARCÍA ZARZA, E. (1982): «La producción energética Castellano-Leonesa», en *El Espacio Geográfico de Castilla-La Vieja y León*. Consejo General de Castilla y León. Burgos, pp. 241-256.
- GARCÍA ZARZA, E. (1990): «La producción eléctrica cacereña. Impacto económico», en *Estudios de Geografía. Homenaje a J.L. Cruz Reyes*, Universidad de Salamanca, pp. 105-131.
- GARRUÉS IRURZUN, J. (1997): *Empresas y empresarios en Navarra. La industria eléctrica, 1888-1986*. Departamento de Educación y Cultura del Gobierno de Navarra. Pamplona.
- GARRUÉS IRURZUN, J. (2008a): «De la hulla blanca a la verde: la expansión hidroeléctrica del Valle del Ebro en el siglo XX», en PINILLA NAVARRO, V. (Ed.) *Gestión y usos del agua en la Cuenca del Ebro en el siglo XX*. Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 511-520.
- GARRUÉS IRURZUN, J. (2008b): «Los recursos hidroeléctricos del Alto Ebro en el siglo XX», en PINILLA NAVARRO, V. (Ed.) *Gestión y usos del agua en la Cuenca del Ebro en el siglo XX*. Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 521-537.
- GERMÁN ZUBERO, L. (1990): *Eléctricas Reunidas de Zaragoza (1910-1990)*. Zaragoza. Institución Fernando El Católico.
- GERMÁN ZUBERO, L. (2008): «Agua y electricidad. Aprovechamientos hidroeléctricos en Aragón durante el siglo XX», en PINILLA NAVARRO, V. (Ed.) *Gestión y usos del agua en la Cuenca del Ebro en el siglo XX*. Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 539-551.
- GIL OLCINA, A. (1996): «Usos conflictivos del agua en España», en *Portugal-España: Ordenación Territorial del Suroeste Comunitario. Actas, Ponencias y Comunicaciones (VII Coloquio Ibérico de Geografía)*. Universidad de Extremadura. Cáceres, pp. 243-260.
- MARTÍNEZ-VAL, J.M. (1994): «Cien años de progreso de electricidad y su tecnología», en ALCALDE, J. ET AL *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de Electricidad. Sevilla, pp. 68-97.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO (1992): *Plan Energético Nacional 1991-2000*. Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales. Madrid.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (1999): *Plan de Fomento de las Energías Renovables en España*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2005): *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*, Madrid.
- MOLINA IBÁÑEZ, M. (1980): *La producción de energía eléctrica en Aragón*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- MOLINA IBÁÑEZ, M. (1983): «La hidroelectricidad en España», *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, Tomo CXIX, pp. 115-137.
- MOLINA IBÁÑEZ, M. y MONTIEL MOLINA, C. (2004): «Desarrollo y repercusiones del parque hidroeléctrico en los regímenes fluviales», en GIL OLCINA, A. (Coord.) *Alteración de los regímenes fluviales peninsulares*. Fundación CajaMurcia. Murcia, pp. 177-195.
- MORALES GIL, A. (1996): «Planificación peninsular de los usos del agua», en *Portugal-España: Ordenación Territorial del Suroeste Comunitario. Actas, Ponencias y Comunicaciones (VII Coloquio Ibérico de Geografía)*. Universidad de Extremadura. Cáceres, pp. 261-268.
- PUEYO, J. (2007): «La regulación de la industria de producción y distribución de energía eléctrica en España, 1939-1974», en *Electra y El Estado. La intervención pública en la industria eléctrica bajo el franquismo*, Thomson-Civitas y Comisión Nacional de Energía. Pamplona. vol. I, pp. 61-439.

- SUDRIÀ, C. (1990): «La industria eléctrica y el desarrollo económico de España», en GARCÍA DELGADO, J.L. (Dir.) *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo. Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A. 75 aniversario*. Hidroeléctrica del Cantábrico. Oviedo pp. 147-184.
- SUDRIÀ, C. (1994): «Un factor determinante: la energía», en NADAL, J., CARRERAS, A. y SUDRIÀ, C. (Comp.) *La Economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*. Ariel. Barcelona, pp.313-363.
- UNESA (1992): *El desarrollo hidroeléctrico en España*. Madrid.
- UNESA (1998): *Centrales eléctrica.*, Madrid.
- UNESA (2005): *El sector eléctrico español a través de Unesa (1944-2004)*. Madrid.
- URTEAGA, L. (2003): «El proceso de electrificación en Cataluña», en TARRAGÓ, S. (Ed.) *Obras Públicas en Cataluña. Presente, pasado y futuro*. Real Academia de Ingeniería. Barcelona, pp. 355-376.

Anexo
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE MÁS DE 100 MW DE POTENCIA
EXISTENTES EN ESPAÑA, 2004

Nombre	Año	Potencia kW	Provincia	Río (cuenca)	Observaciones
Aldedávila I	1962	809.710	Salamanca	Duero	Aldedávila II; de bombeo mixto
Aldedávila II	1986	421.000			
Total		1.230.710			
José María Oriol	1969	933.760	Cáceres	Tajo	
La Muela de Cortes	1989	634.800	Valencia	Júcar	La Muela; de bombeo puro
Cortes II	1988	280.000			
Total		914.800			
Almendra-Villarino	1970	810.000	Salamanca	Tormes (Duero)	
Saucelle	1956	250.560	Salamanca	Duero	
Saucelle II	1989	285.000			
Total		535.560			
Cedillo	1976	440.000	Cáceres	Tajo	
Estany Gento-Sallente	1985	415.000	Lérida	Flamisell (Ebro)	bombeo puro
Tajo de la Encantada	1977	360.000	Málaga	Guadalhorce (Sur)	bombeo puro
Aguayo	1966	339.200	Cantabria	Torina (Norte)	
Mequinenza	1964	324.000	Zaragoza	Ebro	
Esla (Ricobayo)	1933	291.240	Zamora	Esla (Duero)	
Puente Bibey	1964	285.250	Orense	Bibey (Norte)	Un grupo (71.000 kW) de bombeo mixto

San Esteban	1955	265.480	Orense	Sil (Norte)	
Ribarroja	1967	262.800	Tarragona	Ebro	
Bolarque I	1954	28.000	Guadalajara	Tajo	Bombeo puro
Bolarque II	1973	208.000			
Total		236.000			
Conso	1975	228.000	Orense	Camba y Conso (Norte)	Bombeo mixto
Belesar	1963	225.000	Lugo	Miño (Norte)	
Valdecañas	1964	225.000	Cáceres	Tajo	Bombeo mixto
Moralets	1985	221.400	Huesca	N. Ribargozana (Ebro)	Bombeo puro
Guillena	1973	210.000	Sevilla	Ribera de Huelva (Guadalquivir)	Bombeo puro
Soutelo	1994	206.160	Orense	Cenza (Norte)	
Villalcampo I	1949	96.000	Zamora	Duero	
Villalcampo II	1977	110.000			
Total		206.000			
Castro I	1952	84.380	Zamora	Duero	
Castro II	1977	110.000			
Total		194.380			
Azután	1970	180.000	Toledo	Tajo	
Los Peares	1953	159.000	Lugo	Miño (Norte)	
Salime	1953	156.000	Asturias	Navia (Norte)	
Tavascan	1971	152.470	Lérida	Ladorre/Tabescan (Ebro)	
Tanes	1978	133.000	Asturias	Nalón (Norte)	Bombeo mixto
Frieira	1970	130.000	Orense	Miño (Norte)	
Torrejón	1967	129.600	Cáceres	Tajo-Tietar (Tajo)	Bombeo mixto
Cofrentes	1952	124.200	Valencia	Júcar	
Cornatel	1963	122.000	Orense	Sil (Norte)	
Castrelo	1969	112.000	Orense	Miño (Norte)	
Gabriel y Galán	1982	110.000	Cáceres	Alagón (Tajo)	Bombeo mixto
Canelles	1959	108.000	Lérida	N. Ribargozana (Ebro)	
Cijara I	1956	51.700	Badajoz Cáceres	Guadiana	
Cijara II	1980	50.400			
Total		102.100			

Fuente: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. *Estadística de la Industria de la Energía Eléctrica. 2004.*

