

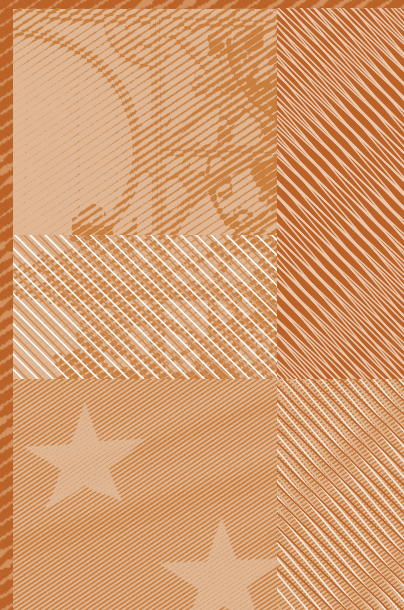
**LA INDUSTRIA ELÉCTRICA
EN ESPAÑA (1890-1936)**

2007

Isabel Bartolomé Rodríguez

**Estudios de Historia Económica
N.º 50**

BANCO DE **ESPAÑA**
Eurosistema



El Banco de España, al publicar esta serie, pretende facilitar la difusión de estudios de interés que contribuyan al mejor conocimiento de la economía española.

Los análisis, opiniones y conclusiones de estas investigaciones representan las ideas de los autores, con las que no necesariamente coincide el Banco de España.

El Banco de España difunde todos sus informes y publicaciones periódicas a través de la red Internet en la dirección <http://www.bde.es>

Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

© Banco de España, Madrid, 2007
ISSN: 0213-2702 (edición impresa)
ISSN: 1579-8682 (edición electrónica)
Depósito legal: M. 15409-2008
Imprenta del Banco de España

LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN ESPAÑA (1890-1936)

Isabel Bartolomé Rodríguez

ÍNDICE

Introducción	9
1 La evolución del sector eléctrico español (1890-1936)	17
1.1 El desarrollo de la potencia y la producción eléctrica	19
1.2 El parque eléctrico español y su explotación	21
1.3 La evolución empresarial	30
1.4 Nota final	35
2 El éxito de los usos inaugurales de la electricidad: España, alumbrada	37
2.1 Los primeros pasos	38
2.2 La iluminación a vapor de los entornos urbanos (1880-1901). «Vestir con el traje de moda las calles y paseos locales»	39
2.3 De la hidromecánica a la hidroelectricidad: la electrificación rural y la conquista de los mercados de alumbrado	46
2.4 Industria eléctrica y alumbrado en 1910	50
2.5 Nota final	52
3 Usos intensivos e hidroelectricidad. Los antecedentes de la electrólisis y de la termo-química en España	53
3.1 La química eléctrica: aplicaciones electrolíticas y electrotérmicas	54
3.2 Los procesos electrolíticos: aluminio y cloratos	56
3.3 La termoquímica eléctrica en España	60
3.4 Nota final	69
4 La consolidación de las hidroeléctricas: agua y manufactura urbana (1910-1925)	71
4.1 La nueva fisonomía del sector suministrador de electricidad	72
4.2 La eclosión manufacturera y sus orígenes: «la hermosa independencia»	75
4.3 La hidroelectricidad: costes y recursos naturales	78
4.4 Las condiciones institucionales	82
4.5 Invertir, construir y ocupar mercados: la tarea de las compañías	86
4.6 Nota final	92
5 Las estrategias corporativas de los grupos bancarios y la lenta integración de los mercados eléctricos españoles (1925-1935)	93
5.1 Los límites de la hidroelectricidad en la España de 1930	93
5.2 El postergado fomento eléctrico I: la red eléctrica nacional	98
5.3 El postergado fomento eléctrico II: la construcción de diques	100
5.4 La fisonomía empresarial antes de la guerra civil	103
5.5 «La temible invasión»: Orbegozo vs. Urrutia	107
5.6 Nota final	112
6 Conclusiones	115
Anejo 1	119
Anejo 2	137
Anejo 3	139
Glosario	145
Fuentes y bibliografía	151
Índice de cuadros	161
Índice de gráficos	163
Siglas y abreviaturas más frecuentes	165

Introducción

«Gracias a ese descubrimiento [transformar la energía eléctrica en fuerza motriz, y la fuerza motriz en energía eléctrica], se llevan fuerzas enormes, antes perdidas, desde abruptas montañas hasta centros agrícolas o fabriles, lo que ha producido una especie de revolución industrial que no puede menos de exigir algunas disposiciones legislativas [...]. Convencido el senador que suscribe de que el Senado anhela abrir caminos nuevos a la riqueza pública para extender el bienestar entre los españoles y para extender los recursos del Tesoro; convencido de que los procedimientos industriales son los que influyen de una manera más rápida en el aumento de la producción; convencido de que toda la industria naciente se presta a un desarrollo infinito cuando se garantiza la libertad industrial, que es la más productiva de todas las libertades, y de que esa libertad no sería fácil si no se llevaran a la legislación las ideas y los descubrimientos que surgen en la historia humana; convencido de que parece indispensable, a medida que cambia el régimen de las industrias, dictar leyes que armonicen los intereses privados con los intereses públicos; convencido de que entre todas las desamortizaciones ninguna más provechosa que *la desamortización de la Naturaleza*, que ha hecho posible el descubrimiento de la ley de la conservación de la energía, tiene el honor de elevar al Senado la siguiente proposición de ley [...].», Proposición de Ley de don Alberto Bosch al Senado (1899), «Servidumbre forzosa de corriente eléctrica», *La Energía Eléctrica*, pp. 227 y 228.

Cuando se cumple cabalmente un siglo de la constitución de las grandes empresas eléctricas en España, el mapa energético, y, sobre todo, el eléctrico, parecen llamados a sufrir aún mayores y más profundos cambios que los acaecidos desde los últimos ochenta¹. En 1980, el mapa eléctrico vigente en España era un despropósito de discontinuidades empresariales y productivas, en una industria cuyos mejores rendimientos a escala se logran, paradójicamente, mediante la integración de mercados a través de redes de intercambio. Los perfiles extravagantes de ese mapa eléctrico, que perduraron durante setenta años, constituían una herencia más de las distorsiones del legado franquista. Tras la II Guerra Mundial, en Europa y América del Norte el sector eléctrico mereció la consideración de monopolio natural necesitado de regulación pública. Con diferentes grados de intervención, las Administraciones participaron en la financiación de infraestructuras y en la integración de los mercados eléctricos mediante redes de intercambio nacional, a cambio de intervenir en diversos grados en la regulación del acceso al servicio eléctrico y la regulación de sus precios². En España y durante el franquismo, se emularon esas políticas, subvencionando la construcción de diques y congelando las tarifas. Incluso el propio Estado entró en competencia como productor. No obstante, se diría que ninguna de esas intervenciones persiguió la regulación de un monopolio, sino más bien conjugar arbitrariamente la amenaza y el premio según los difíciles equilibrios de poder durante los sucesivos gobiernos franquistas³.

En realidad, el mapa eléctrico español apenas se había alterado durante cuarenta años. Era muy similar a aquel de 1935, exceptuando la excentricidad de lo que llegaría a constituir el grupo ENDESA —en parte, fruto de la tenacidad en el uso de los recursos carboníferos del país por parte del INI, y en parte, herencia de «La Canadiense»—⁴. No obstante, en lo fundamental el diseño eléctrico español constituía una plasmación del desarrollo a su libre albedrío de esta industria durante el período de entreguerras. Y lo que en 1980 era un abiga-

1. Garrués y García (2005). 2. La doctrina predominante en Garfield y Lovejoy (1964) y Crew y Kleindorfer (1986). Su revisión, por Baumol (1977) y Laffont y Tirole (1993). 3. Pueyo (2006). 4. El Estado se hizo también con sus propias concesiones y competía aparentemente como un productor más. Véase Gómez Mendoza (2006), p. 427.

rrado anacronismo, en 1935 era el resultado de un período de gran prosperidad para el sector suministrador de esta energía.

Los logros del sector eléctrico durante el primer tercio del siglo XX fueron sin duda muy relevantes a escala española. En primer lugar, porque constituyó una gran industria, la principal del período en España, tanto por la cuantía de la inversión desembolsada como por su contribución a la formación de capital físico⁵. En segundo lugar, porque en la historia española este sector es un ejemplo muy singular de adopción tecnológica eficaz: las sucesivas técnicas encargadas de la explotación, al principio del carbón, y luego y mayoritariamente de sus ríos, se acogieron sin aparente retraso. En tercer lugar, por cuanto la electrificación española resultó un fenómeno que se amplió a territorios remotos y que benefició a algunas capas de la población hasta entonces siempre excluidas de una vida más cómoda. La electrificación, pero sobre todo la difusión de la iluminación eléctrica, hizo atisbar en España por vez primera lo que Cambó dio en llamar «la democratización del bienestar», en tanto hacia 1935 hasta un 90% de la población española alcanzaba a disfrutar del servicio eléctrico⁶. Por lo demás, esta amplia extensión de la electricidad en España tuvo repercusiones muy positivas sobre el conjunto del sector secundario. La industria eléctrica comenzó a emplear masivamente hidroelectricidad poco antes de la I Guerra Mundial y, a partir de entonces, la manufactura española se benefició de un importante ahorro energético y de las mejoras en las productividades derivadas de la sustitución del trabajo por capital que la utilización del motor eléctrico facilitaba⁷.

No obstante, el éxito que jalonó los primeros pasos de la industria eléctrica española se ve ligeramente empañado cuando su trayectoria se examina a escala europea. En otros países donde, como en España, se emplearon masivamente recursos hidráulicos para la obtención de electricidad durante el primer tercio del siglo XX, la electrificación fue anterior y más intensa. En Italia, Canadá, Suiza o Escandinavia el uso del agua contribuyó decisivamente a intensificar sus consumos globales de energía, nutriendo vigorosos trasvases intersectoriales. A electrificaciones pujantes correspondieron, por lo demás, sectores eléctricos poderosos⁸.

El conocimiento de que hasta hoy se disponía acerca de estos antecedentes remotos del sector eléctrico español ha atravesado una fase de generalizaciones polémicas durante los años noventa⁹; y otra sucesiva de detallados análisis compuestos en monografías regionales y empresariales, cada vez más abundantes e informadas, y que se distinguen del cúmulo reciente de publicaciones conmemorativas¹⁰. Ahora bien, mientras que las polémicas generales descansaban sobre cimientos frágiles, pues discutían series oficiales de pobre calidad para el conjunto del territorio español, las valiosas investigaciones de caso se han ceñido a un ámbito restringido, no siempre representativo.

El propósito de esta monografía es, pues, indagar en el período clave de gestación de ese primer sistema eléctrico español, el mapa de cuyos mercados evolucionó a marchas forzadas hasta 1935¹¹. Para empezar, se exponen los resultados de mis cálculos sobre las principales magnitudes de la industria eléctrica hasta 1936¹². Y, luego, se explican las razones de su relativo éxito, desde un punto de vista tecnológico, industrial y empresarial, deteniéndose en aspectos relativos al medio natural, el entorno institucional y su configuración corporativa. No obstante, se ha elegido una forma narrativa en una estructura que procura ser al tiempo

5. En relación con su importancia en los mercados de capital, véase Roldán, García Delgado y Muñoz (1973), t. 2, p. 360. La contribución de las infraestructuras eléctricas a la dotación española, en Herranz Loncán (2004). 6. Cambó (1926). El estudio de conjunto más reciente es el de Maluquer de Motes (2006). 7. Su contribución energética, en Sudrià (1997) y Betrán (2005). 8. Otra característica añadida de estos países hidrodependientes era el escaso grado de integración productiva anterior a 1945. El estudio comparativo clásico sobre electrificaciones es el de Mortara (1934); entre los más recientes, Segreto (2006), en general, y Lanthier (2006), sobre la intervención pública. 9. Véanse al respecto los debates mantenidos sucesivamente por Sudrià y Antolín en 1990 y 1997: Sudrià (1990b), Sudrià (1997), Antolín (1990) y Antolín (1997). 10. Entre las monografías: Alcaide (1994), Anes (2006), Aubanell (2005), Antolín (1999b), Carmona (1999), Cayón (1997), Garrués (2006a y b), Núñez (1992 y 1995) y Tedde (1987). 11. Para luego desacelerarse y anquilosarse progresivamente tras la constitución de Iberduero en 1944, la creación de ENDESA y la nacionalización de la Barcelona Traction. 12. No obstante, la puesta en marcha en 1935 de los primeros grupos generadores en el Esla por parte de Saltos del Duero es a mi parecer el hito que cierra el período constituyente del sistema eléctrico español.

temática y cronológica. La perspectiva adoptada es comparativa, en tanto procura beneficiarse de publicaciones sobre sectores eléctricos análogos y de unos conceptos básicos procedentes de diversas disciplinas y enfoques, de los que las páginas inmediatas dan cuenta¹³.

Por sector eléctrico se entiende aquél encargado del suministro público de electricidad, incluyendo los ciclos de generación, de transporte y de distribución comercial de esta energía¹⁴. La electrificación consiste en el proceso de difusión de la electricidad que retroalimentó la evolución de esta industria. Pese a su relevancia, los efectos dinámicos de la electrificación sobre la economía española a corto y largo plazo no son el objetivo central de estas páginas.

La literatura económica cuenta con tres largas tradiciones interpretativas acerca del pasado industrial de los sectores eléctricos contemporáneos caracterizados singularmente por su peculiaridad técnica y por su naturaleza estratégica. La primera, antigua pero poco transitada, se ha ocupado de la electrificación en sí. Persigue desentrañar las aportaciones de esta energía al crecimiento económico contemporáneo en una dirección que inauguró Svennilson en 1954. Desde entonces, los factores de las electrificaciones han sido largamente discutidos, aunque no tanto su repercusión efectiva en el grado de electrificación de cada país¹⁵. Las otras dos corrientes se han ocupado más bien de la evolución de la propia industria. Desde los últimos ochenta, una se ha centrado en averiguar cuáles son los aspectos tecnológicos que han incidido en la diversa configuración industrial de los distintos sectores eléctricos¹⁶. La otra tradición comprende los estudios donde prevalecen las variables institucionales, pero esta también ha ido variando su temática, antes centrada en la validez de los modelos regulatorios y últimamente más ocupada en examinar la relación entre la tecnología eléctrica y la configuración institucional del propio sector de suministro energético¹⁷.

Toda esta rica literatura nos ha venido a proporcionar nociones básicas sobre la singularidad de esta industria, y tres son, a mi juicio, los conceptos esenciales para la correcta comprensión del pasado del servicio eléctrico: su división por ciclos, su tendencia reticular y el poli-producto eléctrico.

Los economistas especializados en mercados eléctricos llamaron la atención ya hace veinte años acerca del error que se cometía al contemplar estos mercados unitariamente. A juicio de Joskow y Schmalensee, se han de considerar tres mercados eléctricos diferenciados, correspondientes a los ciclos en que se divide el suministro: el de generación, el de transmisión y el de distribución. Solo estos dos últimos pueden albergar rendimientos a escala y, por tanto, ser susceptibles de configurarse como monopolio natural regulado, mientras que el ciclo de generación es básicamente competitivo¹⁸.

No obstante, antes de 1945, estos ciclos aparecían a menudo integrados en torno a empresas que asumían las tres funciones. En efecto, los mercados eléctricos crecieron siguiendo un patrón reticular en que cada parte participaba como componente de un sistema integrado e interdependiente. Se difundieron mediante el tendido inicial de líneas de

13. Me refiero a las historias de la electricidad emprendidas tanto en Italia como en Francia: *Histoire Générale de l'électricité in France* (1993-1994) y *Storia dell'industria elettrica in Italia* (1991-1993). Ambas cuentan con diversos volúmenes, entre los que se acaban contando miles de páginas. Más recientemente, sobre Portugal, Cardoso Matos (2004). **14.** Para mayor información, véase el Glosario. **15.** Svennilson (1954). Existe una larga polémica entre la tradición neoclásica y la evolutiva en torno a cuál fue el eje de la aportación de la electricidad al crecimiento económico contemporáneo: la caída de precios de la energía o los nuevos productos. La primera, en Woolf (1984); la segunda, en Rosenberg (1982). Schurr (1990) ha insistido en el crecimiento de la productividad total de los factores que la electricidad procuró. Y David (1987), en la línea de Rosenberg, acabó definiéndola como una GPT. Recientemente, Betrán (2005) ha argumentado a favor del agua como factor decisivo del diferencial entre electrificaciones. **16.** Hughes (1983) y Giannetti (1985). **17.** Al primer grupo corresponden, con carácter general para los servicios públicos, las aportaciones de Milward (2004) y de Madureira (2004) sobre Portugal. Al segundo grupo, los trabajos más recientes de Hausman y Neufeld (2004). **18.** Joskow y Schmalensee (1983 y 1986). Aún así, el monopolio natural de la distribución eléctrica no supera jamás el área de una ciudad de tamaño mediano.

transporte y luego de distribución, y sus mejores rendimientos se obtuvieron con la intensificación del uso de estas redes. Al tiempo, la industria eléctrica se ha caracterizado también por una creciente concentración de la explotación. Una vez superado el período pionero, la generación y la transmisión eléctrica requirieron establecimientos de generación y redes de mayor dimensión, que también disfrutaban de rendimientos crecientes de escala, pero cuyos costes iniciales fueron crecientes, imponiéndose como barreras de entrada a nuevos contendientes. Este aspecto se exasperaba en los sistemas de generación hidro-dependientes, pues las centrales hidráulicas y las líneas de transmisión necesarias para su explotación, las punto-de-producción-punto-de-consumo, eran particularmente onerosas, el capital se desembolsaba de una sola vez y el plazo de amortización era prolongado. En consecuencia, antes de 1945, la configuración monopolística y los repartos del mercado eléctrico entre unas pocas empresas se vieron crecientemente favorecidos por los rendimientos a escala de la generación y la transmisión eléctrica y por las barreras de entrada que imponía la financiación de estos ciclos¹⁹.

Además, los economistas especializados en estos mercados consideran la energía eléctrica como un poli-producto. Para un ciudadano de principios del siglo XX, la luz eléctrica y la fabricación del aluminio representaban fenómenos tan diversos como la iluminación por acetileno, bien conocida en la España del cambio de siglo, y la obtención de carburo de calcio, pese a que la primera fuera posible gracias a la segunda. La identidad que hoy se aprecia en torno al fenómeno electrificador estriba en la progresiva integración del conjunto de suministro en alta y baja tensión en torno a redes, dependientes de compañías que cubren grandes áreas y que incluyen entre sus usuarios tanto los modestos consumidores domésticos de luz como los productores de aluminio o las grandes compañías de transporte ferroviario. Pero aún hoy a cada tipo de cliente se le ofrece un producto —en alta o en baja tensión— que origina costes muy diferentes para las compañías suministradoras, según su perfil de consumo diario y estacional —la potencia contratada, la duración y la rutina en el uso de esa potencia—²⁰.

En esta perspectiva de poli-producto, es posible interpretar la difusión de la electricidad para sucesivas aplicaciones como sucesivas electrificaciones o brotes electrificadores diferenciados. Los usos inaugurales —iluminación urbana y procesamientos industriales eléctricos, en particular la electro-metalurgia— se suministraban a sí mismos o en redes que cubrían el entorno inmediato, y precedieron en más de veinte años tanto a la utilización del motor eléctrico, aplicado a la manufactura, como a la electroquímica. Solo tras la incorporación de estos últimos usos comenzaron a aparecer los primeros sistemas de suministro eléctrico integrado, que serían el escalón inicial de las redes regionales²¹. Así se explica que los tecnólogos suelen concluir que la electricidad y el vapor constituyeron distintas formas de energía que se sustituyeron levemente entre sí, por cuanto, en realidad, fijan su atención en las electrificaciones precoces, período durante el cual destacaron los nuevos productos²². A su vez, los economistas neoclásicos se han concentrado más bien en explicar la electrificación manufacturera, donde sí se observa con claridad un proceso de sustitución entre energías promovido por las diferencias en la marcha de los precios relativos entre estas y otros factores de producción²³.

Aun cuando en la evolución de todas las industrias eléctricas se aprecien estos tres rasgos comunes, la diversidad en la trayectoria de cada una fue muy temprana. Según la obra de Hughes, matizada por Giannetti²⁴, esta pluralidad se fraguó en razón de las sucesivas

19. Un pormenorizado estado de la cuestión, en Aubanell (2005). Hughes (1983 y 1987). Un debate reciente sobre la importancia de la tendencia reticular, en Hughes (2005) y Chandler (2005). 20. Esto se reconoce en la actualidad con la aplicación de tarifas diversas según tipo de empleo, aun a sabiendas de que la integración de diferentes tipos de usuarios mejora los rendimientos de las empresas suministradoras. La sub-aditividad de costes del poli-producto eléctrico es requisito del monopolio natural. Joskow y Schmalensee (1983 y 1986); Joskow (1996). 21. Segreto (1993a y 2006). 22. Rosenberg (1972 y 1994), Du Boff (1967) y Devine (1983). 23. Woolf (1984) estrictamente, y Schurr (1990) para la productividad total de los factores. 24. Hughes (1983), Giannetti (1985).

combinaciones de tecnología y recursos primarios disponibles. Estas combinaciones habrían determinado sendas tecnológicas de las que era difícil escapar, aunque cada entorno institucional y empresarial acabaría finalmente de troquelar cada sector eléctrico²⁵.

En efecto, estas industrias evolucionaron en íntima dependencia con un cambio tecnológico de ritmo vertiginoso y multipolar durante el medio siglo anterior a la Segunda Guerra Mundial. Las innovaciones se ligaban unas a las otras, pues los sistemas eléctricos funcionaban de manera integrada, pero los nuevos componentes se presentaban en oleadas sucesivas²⁶. La selección de un determinado componente de un sistema —un generador, el voltaje de una tensión en la distribución— constituía una decisión de largo alcance en tanto ligaba toda la red donde se conectaba con una senda de dependencia tecnológica determinada. Así, hasta bien avanzado el período de entreguerras, convivieron sistemas de generación, transmisión y distribución eléctrica alternativos y no compatibles. De hecho, las elecciones sucesivas de las partes de un sistema eléctrico condicionaban no solo su forma, sino que además decidían en alguna medida su porvenir. El caso londinense, por ejemplo, representa un ejemplo claro de temprano despegue y, sin embargo, de precoz obsolescencia técnica, al difundirse ampliamente sistemas primitivos de generación y distribución que impidieron su adecuación a los nuevos hallazgos antes de la amortización de la maquinaria primitiva²⁷. Al cabo, la combinación durante decenios de incertidumbre y escalonamiento del cambio técnico constituyó un factor primordial de diversidad entre sectores eléctricos pioneros.

El segundo factor considerado relevante por los historiadores de la tecnología para la configuración de un sistema eléctrico primitivo fue el origen primario de la energía. Hasta 1945, la electricidad se obtenía básicamente mediante el uso de carbón o de agua. La geografía de los aprovechamientos pero también el ritmo del cambio técnico, la escala del equipo productivo, así como las ventajas potenciales de cada sistema eléctrico se fraguaron a la medida del agua o del carbón²⁸. En Estados Unidos, Gran Bretaña o Alemania, con abundantes reservas fósiles, se desarrollaron sistemas térmicos. Los sistemas eléctricos dependientes del vapor se han definido como de despertar tardío, siempre posterior a la difusión del motor eléctrico en torno a 1905, cuando la electricidad vino a sustituir al vapor en la manufactura. Favorecieron la tendencia a la disminución de la intensidad energética de la industria que allí se venía manifestando desde el último tercio del siglo XIX. Además, los sistemas termoeléctricos avanzados se caracterizaron por integrar su explotación, a través de redes comerciales. Por el contrario, los sistemas hidro-dependientes, como fueron los nórdicos, el italiano y el suizo, se han definido como tempranos, intensivos y poco coordinados. Allí donde se ofrecían condiciones excepcionales para la obtención de hidroelectricidad, el precoz éxito de la electro-siderurgia, y luego de la electro-química, alentó un resuelto crecimiento inicial, al tiempo que se intensificó el consumo energético industrial; sin embargo, la coordinación de los sistemas de suministro eléctrico resultó en estos países muy lenta, si se exceptúa el caso Suizo, donde la integración se efectuó por iniciativa pública²⁹.

Además de la tecnología seleccionada y de los recursos disponibles, los sistemas eléctricos han evolucionado también de acuerdo al éxito acumulado de sus sucesivas aplicaciones. La extensión de cada empleo eléctrico en un territorio ha obedecido a sus características tecnológicas y a su disponibilidad de recursos, pero también a la historia de su sector industrial, a la situación de los sustitutos de cada empleo, a la evolución de sus niveles de renta y, en particular, a la acción de las instituciones implicadas: empresas y Administración Pública. El diferencial de recursos primarios de cada territorio condicionó en buena medida la

25. Hughes (1987). 26. Buena parte de las innovaciones que permitieron la generación y uso de electricidad constituyen ejemplos tempranos de procesos planificados de investigación y desarrollo en los que participan científicos y empresarios de ambos lados del Atlántico. Aparte del relato apasionante que proporciona el propio Hughes (1983), véanse Passer (1953), Bowers (1982) y Finn (1987). La escalada en la producción de innovaciones favoreció, por tanto, una encarnizada competencia entre sistemas y componentes diversos. Sobre el escalonamiento técnico, véase Segreto (1992a y 1993a). 27. Byatt (1979) y Wada (1989). 28. Los sistemas hidráulicos han sido descritos por Giannetti (1985 y 1992). 29. Dos revisiones recientes de la literatura, en Madureira (2004) y Bartolomé (2005).

senda de difusión eléctrica, pero, recíprocamente, la extensión de cada aplicación conformó las características esenciales del sector suministrador³⁰.

Así, hasta 1945 se sucedieron tres patrones básicos de explotación hidro-eléctrica que asociaban recursos, tecnología de generación y de aplicación, los cuales no se integraron en redes comunes hasta bien avanzado el período de entreguerras.

- 1 El primero de ellos fue el correspondiente a los usos inaugurales —iluminación y transporte urbano—, a partir de 1880. Su dependencia de la corriente continua obligaba a que se suministraran a sí mismos o con pequeños sistemas dotados de estación central que allegaban fluido al entorno inmediato. Se difundieron tanto en territorios térmicos como hidro-dependientes, donde se propagaron mediante la conversión de antiguos aprovechamientos hidromecánicos.
- 2 El segundo consistió en la explotación intensiva de corrientes hidráulicas a gran escala para su aplicación electrolítica y electrotérmica. Su geografía era aislada y predominó largo tiempo la autogeneración.
- 3 El tercer brote electrificador fue el que permitió la corriente alterna con la transmisión de fluido a gran escala. Desde 1905 aproximadamente, fue posible en Europa el transporte de electricidad de origen hidráulico hasta los entornos urbanos y, por tanto, su aprovechamiento por parte de la manufactura, con la consiguiente sustitución de carbón por electricidad. Este momento coincidió, además, con la propagación del motor eléctrico, que acrecentaría la electrificación de los entornos térmicos, y la densificación de las redes locales y regionales.
- 4 Por último, a partir de 1915-1925 aproximadamente, dio comienzo la proliferación de las macro-centrales térmicas e hidráulicas y el tendido de redes de integración interregionales. Las innovaciones no vinieron entonces del terreno de la aplicación, sino de la mejora en los rendimientos a escala y de las economías de red³¹.

El primer capítulo de esta monografía hace una aproximación de conjunto a la evolución del sector eléctrico español en perspectiva europea, pero el resto de las partes se adecuan a esos cuatro momentos. El segundo capítulo aborda los primeros balbuceos de esta industria en España en consonancia con la difusión del alumbrado y los usos urbanos. El tercero se dedica a las aplicaciones intensivas hidroeléctricas y el cuarto a la difusión de la manufactura y a su repercusión sobre el devenir del sector eléctrico. El último afronta las dificultades de la integración de las redes y la construcción de grandes equipos de generación con anterioridad a la guerra civil española. En cada uno de esos capítulos se analizan las posibilidades de difusión en España de cada uno de estos momentos electrificadores, prestando especial atención a las condiciones del entorno natural, pero también institucional, y a sus resultados tanto desde un punto de vista industrial como empresarial.

Esta monografía es el resultado de una reescritura completa de algunas partes de mi Tesis Doctoral, que defendí en 2003 en el Instituto Universitario Europeo de Florencia ante un tribunal compuesto por Xoám Carmona, Giovanni Federico, Jaime Reis y Luciano Segreto. La Tesis presentaba una disposición temática, y el acento estaba puesto allí en los factores naturales e institucionales que afectaron a la evolución industrial del sector eléctrico español hasta 1936. El último capítulo se dedicaba a su trayectoria empresarial. Aquí me he decidido por una organización cronológica, coherente con mi perspectiva de la difusión indivisible del complejo generación-aplicación durante este período, excepto el primer capítulo, que

30. Para una relación exhaustiva de la bibliografía, Bartolomé (2003), c. 1 y 3. 31. Un esquema básico de estas etapas es el que ofreció Segreto (1992a y 1993b).

hace un repaso general a su trayectoria de conjunto y presenta los problemas generales que nutren el resto del texto. En los propios capítulos y en tres apéndices ofrezco información útil sobre el sector eléctrico español, actualizada respecto a la que presentaba en mi disertación. He despojado a estas páginas de los apartados teóricos que nutrían buena parte de mi Tesis y he eliminado asimismo algunas explicaciones técnicas que he procurado suplir con un glosario y con otras aclaraciones insertas en los capítulos correspondientes. Espero que esto haya sido suficiente para la comprensión de un sector técnicamente tan complejo, y aún más en su versión hidráulica.

He terminado estas páginas gracias al sustento económico de la Fundação Ciência y Tecnologia portuguesa, que me financia desde enero de 2006 un proyecto post-doctoral sobre la electrificación portuguesa en el Departamento de História del ISCTE de Lisboa. El apoyo incondicional de Jaime Reis y la acogida de Nuno Madureira han resultado acicates decisivos para poner punto final a este proyecto y emprender otros asimismo ilusionantes. El responsable de que esta publicación vea la luz ha sido, no obstante, Pedro Tedde, tanto por su empeño como por las extremas facilidades que me ha brindado. Finalmente, este trabajo va dedicado a la memoria de mi abuela Isabel Amor y a mi hijo Gonzalo, quienes se cruzaron en el camino de la vida sin llegar a conocerse.

Santiago-Lisboa, 2007.

1 La evolución del sector eléctrico español (1890-1936)

Desde 1910 y hasta 1960, el agua constituyó el principal recurso para la obtención de electricidad en España. Pese a esa prolongada hegemonía hidráulica, la trayectoria del sector suministrador español, al igual que la de su electrificación, compartió pocos rasgos con la evolución común a las industrias eléctricas de los países europeos así llamados hidro-dependientes, descrita por Giannetti como precoz, intensiva y poco coordinada¹.

Los países que emplearon masivamente el agua para producir electricidad con anterioridad a la II Guerra Mundial se dividían en tres grupos. Según se desprende del cuadro 1.1, Noruega, Suecia y Suiza conformarían el grupo de cabeza. Habían comenzado precozmente y lograban en 1937 consumos de más de 1.000 kWh por habitante y año. A este grupo, se incorporaba a marchas forzadas su vecino nórdico, Finlandia. Un segundo grupo estaría formado por algunos países del Sur, como Italia y Francia, aunque esta última con más de la mitad del país empleando carbón para la producción de electricidad. Por último, España quedaría a medio camino entre estos países y Portugal y Grecia, que apenas habrían iniciado entonces su andadura hidroeléctrica. Hasta 1936, pues, la electrificación española se había desarrollado en una medida modesta en términos comparativos: sus consumos suponían tan solo un tercio de los italianos y un cuarto de los franceses².

Esta agrupación se corrobora al constatar en el cuadro 1.2 la evolución de la intensidad del consumo eléctrico durante el mismo período. Noruega se destaca, y a una cierta distancia le siguen el resto de los países nórdicos y Suiza, y acercándose a estos últimos encontramos a Francia e Italia. España no alcanza a mediados de los años treinta ni un tercio de la intensidad del consumo eléctrico italiano, pero se equipara al portugués. Portugal, con un consumo por habitante mucho menor, mantiene una relación entre ambas series muy semejante a la española.

La escasa intensidad de la electrificación española es fiel reflejo del reparto entre grupos de consumidores. Como se aprecia en el cuadro 1.3, la industria se había convertido en el principal usuario eléctrico en vísperas de la guerra civil, pero la porción de este empleo era mucho menor que en otros países de predominio hidroeléctrico. Además, sólo un 8% del total de la energía eléctrica distribuida en España se empleaba en industrias electro-intensivas, consumiéndose el resto por manufacturas. Asimismo, en 1929, un elevado porcentaje de consumos se destinaba en España a iluminación —servicios públicos— y tracción, considerados ambos como usos urbanos e iniciales de la electricidad³.

Al cabo, antes de la II Guerra Mundial la electrificación española poco se ajustaba al modelo propuesto por Giannetti para identificar las electrificaciones hidráulicas. Había despertado lentamente y era escasamente intensiva, descollando los usos ligeros del fluido. Solamente se correspondía con el patrón hidráulico la incipiente interconexión de sus sistemas regionales. En la España de 1940 la coordinación regional era incompleta, aunque se hubieran tendido importantes líneas que unían Norte, Centro y Este peninsular⁴.

Ante estas evidencias y a partir de la obra de Maluquer, los historiadores españoles cayeron en la cuenta de que, en realidad, la electrificación española se parecía más a aquellas propias de países de predominio térmico, como Alemania o Estados Unidos⁵. Pese a la diferente

1. Giannetti (1985, 1991 y 1997). 2. Para un panorama actualizado de las electrificaciones europeas, Segreto (2006); y son de gran utilidad los volúmenes de las conferencias editadas por Cardot (1987) y Trédé (1992). 3. Mientras que en España la industria absorbía un 72% del consumo, en Italia suponía el 75% y en Francia el 79%. La diferencia en el sesgo de unas y otras estadísticas deriva del hecho de que la autogeneración, abundante en los territorios de predominio hidroeléctrico, estaba asociada en Italia, Noruega o Suecia más bien a las industrias intensivas en el uso de esta energía, mientras que en España lo estaba al consumo de alumbrado distribuido desde establecimientos de escala mínima. 4. Bartolomé (2005). 5. Maluquer (1987), p. 60. El escaso ajuste del caso español al modelo hidráulico llevó a Segreto a preguntarse por la pertinencia de la preferencia española por el agua en una de sus sugerentes síntesis comparativas sobre las primeras electrificaciones europeas. Segreto (1992a).

PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE EN DISTINTAS FECHAS
kWh por habitante

CUADRO 1.1

	FINLANDIA	FRANCIA	ITALIA	NORUEGA	ESPAÑA	SUECIA	SUIZA	PORTUGAL	GRECIA
1910	s.d.	26,36	s.d.	428,93	18,62	s.d.	294,96	s.d.	s.d.
1922	83,55	151,99	151,11	1.883,77	49,99	444,37	760,05	19,71	19,93
1928	234,48	348,96	261,69	2.496,09	98,80	758,01	1.235,65	31,50	27,56
1937	741,07	479,01	343,30	3.154,23	103,33	1.256,76	1.557,67	51,93	25,19

FUENTES: Etemad y Luciani (1991) y Mitchell (1984).

PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN RELACIÓN CON EL PRODUCTO
kWh/PIB

CUADRO 1.2

AÑOS	FINLANDIA	FRANCIA	ITALIA	NORUEGA	ESPAÑA	SUECIA	SUIZA	PORTUGAL	GRECIA
1910		0,009		0,222	0,009		0,0738		
1922	0,047	0,049	0,057	0,79	0,02	0,165	0,1818	0,019	0,017
1928	0,09	0,076	0,083	0,838	0,031	0,204	0,2014	0,026	0,016
1937	0,215	0,111	0,111	0,847	0,035	0,277	0,2516	0,037	0,013

FUENTES: Etemad y Luciani (1991), Mitchell (1984) y Prados (1993 y 2003).

REPARTO DE LOS CONSUMOS FINALES DE ELECTRICIDAD COMERCIAL EN 1929

CUADRO 1.3

	FINLANDIA (a)	FRANCIA	ITALIA	NORUEGA (b)	ESPAÑA (c)	SUECIA	SUIZA	PORTUGAL
Tracción	1,12	7,06	8,89	0,65	9,9	5,1	8,4	26,32
Electro-industria	19,03	22,18	15,43	73,91		25,6	18	5,26
Otras industrias	71,08	53,38	64,2	6,96	72,71	57,17	53,6	39,47
Servicios públicos	8,77	17,39	11,48	18,48	17,38	12,14	20	28,95
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

FUENTE: *Annuaire Statistique de la Société des Nations* (1932-33).

a. 1930.

b. Con auto-productores.

c. En España, se estima que en 1932 la electro-industria absorbía un 6,3% de los consumos totales.

envergadura de las electrificaciones en España y en Estados Unidos, donde se alcanzaban 226 kW instalados por habitante en 1926, frente a una capacidad no mayor de 47 kW en la misma fecha en España, en ninguno de los dos países la electrificación acrecentó de manera destacada la intensidad del consumo energético. Por lo demás, el auge electrificador se retrasó en España hasta la I Guerra Mundial⁶. El arranque de la electrificación en ambos países coincidió con la aplicación de la electricidad a la manufactura ligera, en paralelo con la difusión del motor eléctrico y los usos urbanos. El ritmo habría venido definido por la evolución de los precios de factores sustitutivos, carbón y trabajo no cualificado⁷. Explicado así, y muy adecuadamente, el episodio concreto del despertar electrificador español, resta en cambio resolver la paradoja de por qué,

6. Según los datos de Morsel (1991), p. 598, y estimación propia. La electrificación americana, en Nye (1990) y Schurr (1990). 7. Maluquer (1987), p. 59, y Aubanell (2001), p. 468, respectivamente.

haciendo uso del agua, la industria eléctrica española creció entonces y no en la forma y el tiempo de los otros sectores hidroeléctricos.

1.1 *El desarrollo de la potencia y la producción eléctrica*

Hasta ahora, el argumento de las polémicas que los historiadores españoles han protagonizado sobre la vertiente productiva de esta industria se ha agotado en fases preliminares ante la fragilidad del marco común de discusión⁸. Aquello que se ha afirmado acerca de las fases iniciales de la industria eléctrica española y su correlato electrificador se ha venido apoyando en el examen de las series oficiales de producción y consumo publicadas en los primeros años cuarenta en los anuarios estadísticos de España⁹. La estadística pública en esos años provoca una desconfianza inmediata, si se considera que su publicación era materia estratégica para el régimen franquista¹⁰. La evolución del parque generador de electricidad era terreno aún más inculto hasta los últimos ochenta del siglo XX, pues solo se conocían las relaciones oficiales de establecimientos publicadas en el primer decenio del siglo¹¹. Poco o nada se sabía sobre el rendimiento del conjunto de los equipos, exceptuados los datos de la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad (COPDE) publicados a partir de 1929¹². Mientras que la investigación acerca de esta industria progresaba a marchas forzadas en Europa, la dispersión, heterogeneidad y parcialidad de las fuentes primarias españolas previno a los estudiosos de todo intento de una estimación alternativa de las series principales¹³.

La publicación de monografías regionales también iba revelando la existencia de discrepancias notorias entre las series oficiales y las nuevas estimaciones parciales¹⁴. Por una parte, aunque las cifras oficiales no ofrecieran desgloses regionales, todo indicaba que los datos recientes coonestaban escasamente con estos agregados nacionales. Por otra, los crecimientos abultados de potencia y producción en los años de la inmediata posguerra civil de la estadística pública despertaban serias dudas: durante los primeros cuarenta, y en un período de serias dificultades en el abastecimiento, se presentaban aumentos demasiado destacados tanto en el aparato productivo como en su explotación¹⁵.

En atención a esta carencia emprendí la tarea del cálculo de las series de potencia instalada y de producción de electricidad en España hasta 1936, cuyo proceso de elaboración aparece pormenorizadamente descrito en el anejo 1 y cuyos resultados están allí desglosados anual y regionalmente, y aquí resumidos en el cuadro 1.4 y los gráficos siguientes.

8. Las polémicas a las que me refiero son las protagonizadas por Carles Sudrià y Francesca Antolín. Antolín (1990 y 1997); Sudrià (1990b y 1997). 9. Estas son las compiladas por Carreras (1989) y reproducidas en aquellas internacionales de Mitchell (1978) y Etedman y Luciani (1991). La nueva serie de producción para este período es la mía en Nadal (2003), cuadros II.2.2.4 y II.2.2.5, y Carreras y Tafunell (2005), cuadro 5.17. 10. En dos sentidos, en los años coincidentes con la II Guerra Mundial, por la naturaleza de esta industria energética, y en los años posteriores, por su coincidencia con un período de fuertes restricciones al consumo del fluido. De hecho, no es extraño encontrar materiales en los últimos cuarenta que no soportan un cruce con aquellos de los últimos cincuenta. Véase, por ejemplo, el contraste entre los embalses españoles en funcionamiento según UNESA (1946) y según el Sindicato Nacional de Agua, Gas y Electricidad (1960). 11. Sudrià llevó a cabo un notable esfuerzo, proyectando los recuentos exhaustivos de puesta en uso de grupos generadores correspondientes a 1960 y publicados dos años después, aunque, como él mismo señalaba, con el concurso de esta sola fuente se desestimaban las centrales abandonadas o destruidas desde su inauguración hasta 1960. Sudrià (1987 y 1990a). 12. COPDE (1929-1935). 13. Tampoco la estadística italiana se sustrae a algunas de estas dificultades. Véase al respecto la escasa continuidad en los datos recogidos por Andrea Giuntini en Galasso (1993), pp. 1159 y ss. 14. Se cuenta hasta el momento con monografías para el caso catalán y navarro, aunque este último aporta también información sobre el sector vasco en su conjunto. Acerca del sector madrileño, el castellano-leonés, el andaluz, el asturiano y el gallego se han publicado también algunos estudios. Aquello que se conoce acerca del resto de las regiones españolas procede de estudios empresariales, entre los que destacan los recientes de Iberdrola y aquellos correspondientes a Eléctricas Reunidas de Zaragoza, Hidroeléctrica del Cantábrico, Electra del Viesgo y Sevillana. Alcaide (1994), Amigo (1991), Anes (1995 y 2006), Antolín (1989), Aubanell (2001 y 2005), Capel (1994), Carmona y Pena (1989) y Carmona (1999), Cayón (1997 y 2002), García Delgado (1990), Garrués (1997a, 1997b, 2006a y 2006b), Germán (1990), Maluquer (1986) y Núñez (1992 y 1995). 15. Señalado por Sudrià (2000), p. 5.

COMPARACIÓN ENTRE SERIES OFICIALES Y ESTIMACIÓN PROPIA
La potencia en kW y la producción en kWh/año

CUADRO 1.4

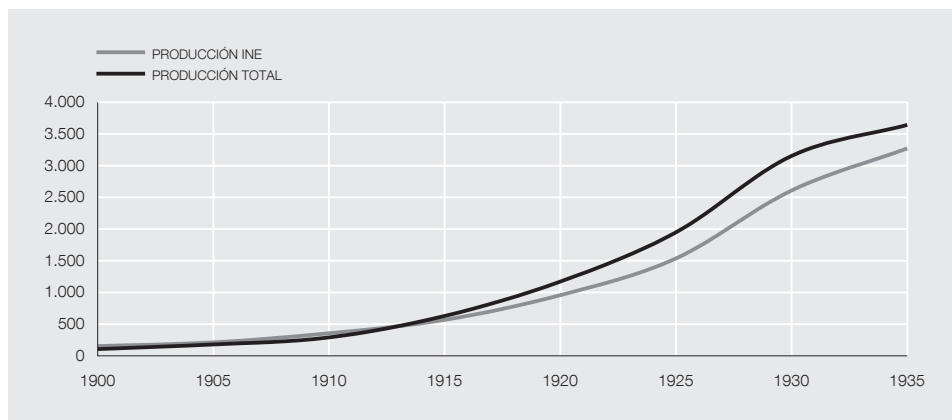
	POTENCIA INE (a)	POTENCIA INSTALADA (b)	PRODUCCIÓN INE (a)	PRODUCCIÓN (b)
1900	85	71	154	107
1905	128	117	212	179
1910	206	172	357	291
1915	311	360	567	629
1920	497	661	957	1.171
1925	690	913	1.539	1.950
1930	1.027	1.209	2.609	3.154
1935	1.480	1.619	3.272	3.645

a. INE varios años.

b. Anejo 1.

**COMPARACIÓN ENTRE SERIES DE PRODUCCIÓN TOTAL DE ELECTRICIDAD
 EN ESPAÑA (1900-1935)**

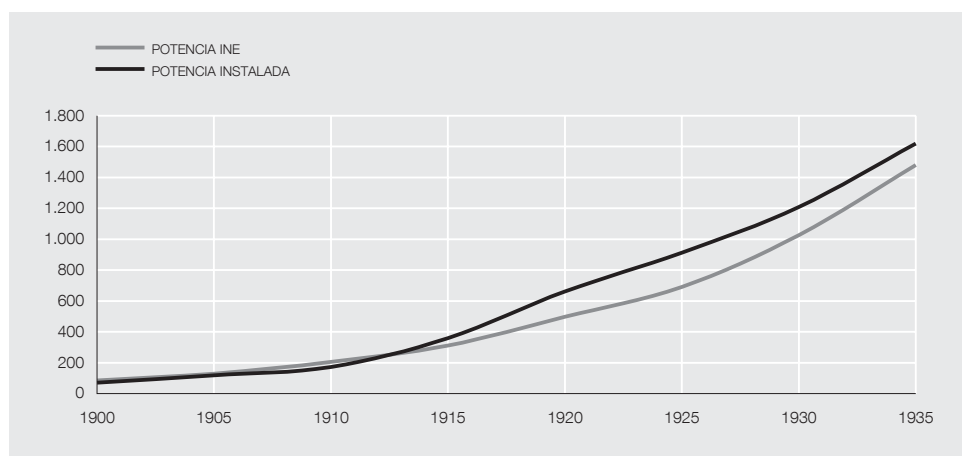
GRÁFICO 1.1



FUENTE: Cuadro 1.4.

**COMPARACIÓN ENTRE SERIES DE POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA TOTAL
 EN ESPAÑA (1900-1936)**

GRÁFICO 1.2



FUENTE: Cuadro 1.4.

De la comparación de las nuevas estimaciones de potencia eléctrica instalada en España con las series disponibles sorprende la novedad de un crecimiento anticipado: esta crece intensamente en vísperas de la I Guerra Mundial, a partir de 1910. Además, tampoco se advierte la supuesta aceleración en el ritmo de aumento de la capacidad instalada desde 1925, tal y como se había supuesto, sino que, antes al contrario, se mantiene sostenido desde entonces. Respecto de la producción, el ritmo de crecimiento a partir de 1915 es mayor del que se presumía hasta ahora, pero también parece aumentar el efecto de la crisis a partir de 1930. En suma, las nuevas series ofrecen evoluciones reconocibles, con un despegue tardío, y puntos de llegada no tan alejados de las estimaciones conocidas. Corroboran, no obstante, que entre 1915 y 1925 transcurrió el período clave en que el sector eléctrico español levantó por vez primera el vuelo: con más de 15 años de atraso respecto a otros sectores hidráulicos europeos.

1.2 El parque eléctrico español y su explotación

Como se observa en el gráfico 1.3, España se convirtió a lo largo del primer tercio del siglo XX en un productor de energía eléctrica eminentemente hidráulico. En apariencia, el sector eléctrico español seguía la pauta marcada por Italia, un país hidro-dependiente, del entorno mediterráneo y con dificultades previas en el suministro energético para abastecer su magra industrialización¹⁶. Solo se aprecia un cierto retraso y una ligera dependencia menor del agua. En España, en 1935, el parque de generación de electricidad estaba constituido en un 75% por centrales de este tipo, y la producción con este origen alcanzaba casi el 90% de la electricidad comercializada.

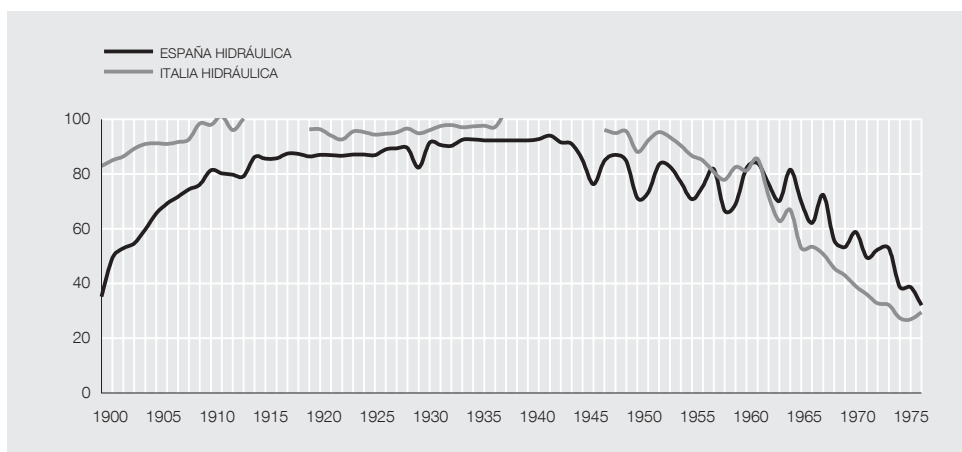
Según se desprende del cuadro 1.5, el ritmo de crecimiento de la potencia eléctrica española durante el primer tercio del siglo XX presenta un perfil caracterizado por un intenso aumento hasta 1922, en particular entre 1913 y 1922, con una tasa de incremento acumulativo cercana al 15% anual. Este ritmo disminuye hasta un 7% entre el último año y 1931, que no alcanza el 4% en vísperas de la guerra civil. Como se comprueba en el anejo 1, cuadro A.1.2, este crecimiento coincide estrechamente con aquel de la potencia hidroeléctrica, mientras que la capacidad térmica presenta un ritmo algo diverso. La hidroelectricidad ofrece aumentos cercanos al 17% durante los años anteriores e inmediatamente posteriores a la I Guerra Mundial, período durante el cual esta se quintuplicó; un crecimiento moderado durante el decenio posterior, en el que solo duplicó su capacidad de generación, con crecimientos en torno al 7% anual; y una fase de crecimiento aún más lento durante los cinco años que precedieron al conflicto bélico civil, en que la potencia hidráulica no creció sino una cuarta parte de cuanto lo había hecho durante el decenio anterior, con aumentos en torno al 4%. A su vez, el crecimiento de la potencia térmica resulta lento, según mi estimación, hasta 1913, considerando el nivel del período anterior a 1898; aumentó igualmente durante la fase de la Gran Guerra, pero con incrementos cercanos al 11%, y, a partir de 1922, creció más lentamente que la potencia hidráulica, pero con diferencias en el ritmo de crecimiento menores que las constatadas para períodos anteriores: cerca de un 6% durante el decenio de 1920 y un 3% durante los años que precedieron a la guerra civil.

Si se compara la evolución de la capacidad de generación española con aquella italiana, se advertirán de inmediato algunas diferencias. Según muestran el cuadro 1.5 y el gráfico 1.3, la escala de utilización del agua en Italia era mayor que en España hasta 1936, y también era mayor el grado de dependencia del agua de aquella economía para la obtención de electricidad. Mientras que en Italia la potencia térmica disponible en 1936 apenas sumaba un 20%, en España suponía casi un 30% de la capacidad total de generación. Además, se apre-

16. Bardini (1997).

EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN HIDRÁULICA EN ITALIA Y ESPAÑA RESPECTO AL TOTAL DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA RESPECTIVA (1900-1972)

GRÁFICO 1.3



FUENTES: Para Italia, Bardini (1992), Giannetti (1987) y Etedman y Luciani (1991). Y para España, anejo 1 y Carreras (2005).

CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA TOTAL EN ESPAÑA E ITALIA (1900-1936)

CUADRO 1.5

	ESPAÑA		ITALIA	
	POTENCIA EN MW	Δ	POTENCIA EN MW	Δ
1900	71		127	
1913	213	8,82	960	16,83
1922	736	14,77	1.973	8,33
1931	1.338	6,86	5.001	10,88
1936	1.619	3,88	5.166	0,65

FUENTES: Anejo 1 y, para Italia, Giannetti (1985). La segunda columna de cada categoría resume el crecimiento en tasas acumulativas anuales para cada período.

cia que en Italia la potencia hidroeléctrica creció más aceleradamente durante el período anterior al conflicto bélico, y a partir de 1922, más que en el decenio anterior. Contrariamente a lo que se advertía en España, el incremento de la potencia hidráulica del decenio de 1920 se correspondió con la estabilización o disminución de la potencia térmica.

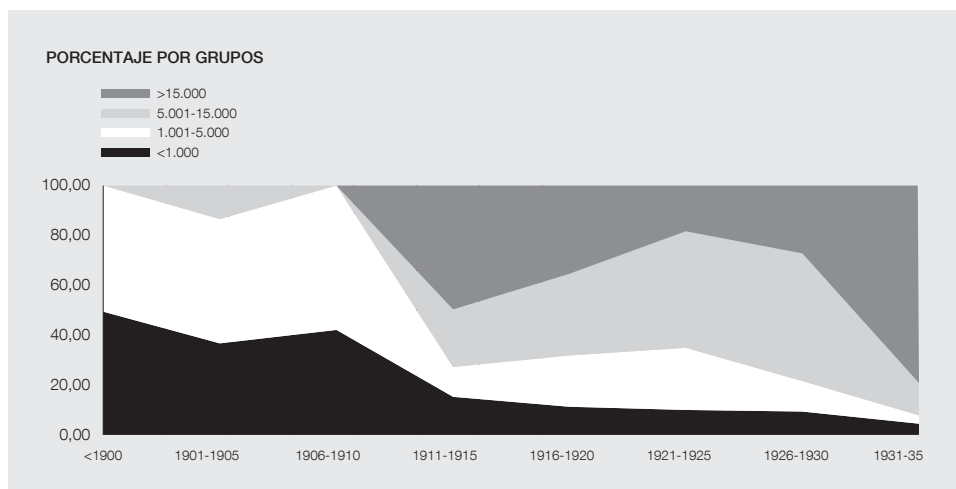
El tamaño de los aprovechamientos hidroeléctricos españoles fue creciendo: se quintuplicó en quince años y, además, la altura y el caudal se triplicaron, lo que indicaría una mejora en la utilización de los recursos entre ambas fechas¹⁷. No obstante, la escala de las centrales hidroeléctricas españolas era reducida, cuando estas se comparan con las magnitudes disponibles para Italia¹⁸. Efectivamente, la prensa técnica coetánea relata cómo el esfuerzo constructor de los primeros decenios del siglo se centró en aquellos saltos que explotaban los remansos naturales, ubicados en el curso alto de los ríos, y de escasos caudales, mediante canales de derivación. En las casas de máquinas se acoplaban generadores de escala media o pequeña. Desde los saltos se transportaba el fluido a los mercados receptores a distancias comprendidas entre los 100 km y los 250 km. La mayoría de estos establecimien-

17. Mientras que la altura media de los establecimientos españoles en 1917 era de 30,3 m, en 1931 era de 89,12, y el caudal se elevaría de 3.086 l/s a 10.462 l/s. Según elaboración propia a partir de datos extraídos de Ministerio de Fomento (1921) y Ministerio de Obras Públicas, Consejo de la Energía (1932). 18. Giannetti (1991), p. 355-361.

EVOLUCIÓN EN LA INCORPORACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES AL PARQUE HIDROELÉCTRICO ESPAÑOL

GRÁFICO 1.4

Porcentaje de grupos generadores de diferentes rangos de capacidad según su fecha de inauguración y en uso en 1958 (potencia en kW)



FUENTE: Sindicato Nacional de Agua, Gas y Electricidad (1960).

tos españoles correspondería a una tipología de aprovechamiento intermedio¹⁹. El tramo de los ríos elegido para su localización era preferentemente el inicial, en localizaciones con abundante desnivel²⁰. Hasta 1933, año en que se pone en marcha Saltos del Duero, junto a la frontera portuguesa, ninguna de las principales corrientes había sido regulada mediante embalse en su curso medio, esto es, allí donde se recogen los mayores caudales. Tan solo los saltos en serie de la vertiente norte del Ebro y los proyectos de regulación del Guadalquivir constituirían un antecedente del aprovechamiento integral de las cuencas hidrográficas²¹. En la España de 1935, el grueso de los saltos mantenía una localización periférica, con un parque hidroeléctrico compuesto por centrales de escala media y con predominio de la transmisión punto de producción a punto de consumo²².

Ahora bien, si se observa el gráfico 1.4, se apreciará una novedad que contradice en parte lo hasta ahora dicho. Allí se ha proyectado la estructura, según tamaño, de la incorporación de equipos hidroeléctricos a la oferta española hasta 1936²³. Pese a las posibles destrucciones y abandonos, el gráfico refleja con claridad la tendencia a la concentración entre equipos de muy pequeño tamaño y equipos relativamente grandes: mientras que, hasta 1910, la mayoría de la maquinaria instalada era de pequeña o mediana dimensión, a partir de entonces el grueso lo compondrían equipos mayores de 5.000 kW, e incluso mayores de 15.000 kW en algunos períodos. Así, y pese a que las cabeceras de los ríos fueran las zonas más explotadas, el parque de generación hidroeléctrica en la España de 1935 no presentaba una tendencia al aprovechamiento de tipo medio, sino más bien una estructura dual. Al lado de grandes aprovechamientos, de tecnología avanzada, convivían establecimientos diminutos, de uso discontinuo y de tecnología primitiva. En cambio, en Italia, las estimaciones para el

19. Descrito en Smith (1920). *La Energía Eléctrica* fue asimismo publicando artículos monográficos sobre los saltos de las principales compañías. 20. Considerando los aprovechamientos instalados en España que en 1931 disponían de más de 5.000 kW, la media de capacidad instalada por establecimiento no alcanzaba los 13.000 kW, pero en los promedios de altura se superaban los 184 m. Ministerio de Obras Públicas. Consejo de la Energía (1932). 21. Ebro, en Maluquer (1986) y Fungairiño (1929); Andalucía, en Alcaide (1994). 22. Se llaman así los transportes y fluido eléctrico que no establecen mallas de distribución en las zonas intermedias entre el punto de generación y el punto de consumo. El objetivo es abastecer un mercado consumidor de importancia y no diversificar la demanda. Hughes (1987). 23. Según el recuento de 1958. Aquí se ha proyectado la incorporación de cada generador según su fecha de inauguración, considerando una distribución según tamaños. Elaboración propia a partir de Sindicato (1960).

La longitud, en km, y la potencia, en voltios

ORIGEN	DESTINO	COMPAÑÍA	AÑO	LONGITUD	POTENCIA EN V
Carcavilla	Zaragoza	ERZ	1904	73	30.000
Leizarán (2)	Bilbao	HI	1905	76,5	30.000
Guadaro	Sevilla	Sevillana	1905	125	50.000
Subterránea	Barcelona	Catalana G y E	1905	12	50.000
Molinar	Madrid	HE	1909	254	66.000
Capdella	Barcelona	EE Cataluña	1913	150	80.000
Tremp-Camarasa	Barcelona	RRFFE	1914	161	110.000
Camarasa	Serós	RRFFE	1914	62	110.000
Serós	Barcelona	RRFFE	1917	157	110.000
Seira	Barcelona	RRFFE	1922	224	110.000
Lafortunada	Bilbao	HI	1923	289	132.000
Molinar	Madrid	HE	1926	254	132.000
Esla	Madrid/Bilbao	Salto Duero	1933	700	150.000

FUENTE: Elaboración propia.

quinquenio 1931-1935 señalan que en el sistema electro-comercial piemontés, por ejemplo, los saltos eran mayores y alcanzaban la media de 254 m, y la potencia media empleada por establecimiento era de 88.823 kW. En el caso del sistema meridional, el de menor eficiencia de aquella península, el salto medio era de menor magnitud, 58,7 m, pero la potencia media por central era de 17.714 kW²⁴.

Las divergencias entre Italia y España podrían tener, asimismo, su origen en el mayor grado de integración del aparato productivo en Italia. En esta lógica, las redes de interconexión habrían contribuido a reducir las necesidades térmicas con un mejor aprovechamiento del parque hidráulico. No obstante, la literatura desmiente esta posibilidad. Ni en España ni en Italia la coordinación entre centrales aparecía muy evolucionada en vísperas de la II Guerra Mundial²⁵, aunque la coordinación entre sistemas de generación apenínicos y alpinos, que presentaban estiajes diversos, resultara allí muy eficaz²⁶.

En España, la cronología de la puesta en servicio de algunas de las principales líneas de transporte a elevada potencia que quedan reflejadas en el cuadro 1.6 constituye una relación de alardes técnicos, cuanto da razón de las enormes distancias que las transmisiones eléctricas debieron salvar a partir de 1905 para alcanzar los mercados de consumo. Exceptuados los casos de Bilbao, Valencia y Zaragoza²⁷, que se sirvieron hasta bien avanzado el siglo XX mediante líneas que cubrían distancias menores de 100 km, la mayoría de las grandes urbes españolas se suministraban mediante tendidos a larga distancia. En Barcelona salvaban entre 150 km en los primeros transportes importantes de la Canadiense, hasta los 250 km de los aprovechamientos pirenaicos más alejados. Madrid se servía desde distancias entre 100 km —Unión Eléctrica Madrileña desde Cuenca y Guadalajara— y los 250 km de los aprovechamientos del Júcar de Hidroeléctrica Española. Hidroeléctrica Ibérica, para el consumo de Bilbao, una vez explotados los saltos del entorno vasco-navarro, hubo de iniciar el tendido de una línea de casi 300 km desde el Pirineo aragonés, en Lafortunada, y acabar sirviéndose desde Saltos del Duero en los primeros treinta, en Zamora, cubriendo casi el doble.

24. Por citar los extremos señalados por Giannetti (1991), p. 355-361. 25. Giannetti (1995). Para la discusión del caso español, véase Bartolomé (2005). 26. Giannetti (1985) y (1992). 27. En sentido estricto, el primer transporte fue el realizado en 1884 por la Sociedad Española de Electricidad entre una fábrica en Sans, Barcelona, y una finca en Sarriá, ambas propiedad del Sr. Güell. En aquel caso, se transmitieron 8 CV a una distancia de 2.200 m, a fin de elevar agua de un pozo. Suelto (1884), *La Electricidad*, pp. 50-52; Zaragoza, en Germán (1990).

REGIÓN	LÍNEAS DE TRANSPORTE EN KM	LÍNEAS, EN METROS, POR KM ²
Cataluña	1.607,14	49,92
Aragón	214,3	4,52
Vasco-Navarra	520	29,54
Astur-Santander	624	38,18
Galicia	269	9,23
Castilla	801	8,05
La Mancha	858	11,84
Extremadura	519	12,47
Andalucía	1.456,62	16,69
Levante	1.789,00	36,21
Baleares	31	6,18
TOTAL	8.689,06	17,45

FUENTE: COPDE (1935).

Pese a que estas dos últimas líneas, la del Salto del Duero y la de Lafortunada, puedan considerarse también de intercambio entre sistemas — catalán y vasco la primera, y vasco-madrileño-levantino, la segunda —, la mayoría de las líneas descritas eran tan solo líneas de transmisión punto de producción-punto de consumo. Su función principal no era ni la compensación de cargas ni el garantizar la regularidad y la cobertura del servicio, sino más bien allegar fluido desde la central al centro de distribución.

En consecuencia, la densidad por km² de las líneas de transporte en las distintas regiones españolas que refleja el cuadro 1.7 constituye una falsa pista de las economías de escala de la explotación eléctrica en esas regiones. Tan solo da razón de cuáles eran las regiones más atravesadas por estos cables. Dos casos contrapuestos son, en este caso, los de Andalucía y Levante. Ambos suman elevadas cifras de líneas de transporte, pero, mientras que en Andalucía obedece a las elevadas distancias a las que se sirven la mayoría de las capitales, que, además, están desconectadas del resto del mercado español, en el caso valenciano está expresando tanto un elevado grado de integración regional como de interconexión con el resto de los mercados peninsulares contiguos, exceptuado el mercado catalán²⁸. Con las elevadas potencias a las que efectuaban estos transportes se perseguía disminuir las pérdidas que la transmisión ocasionaba, pero, aún así, se calculaba que el tendido de estas líneas incrementaba al menos en un 40% el coste unitario por kW instalado de las nuevas centrales²⁹.

Si se compara la cronología del tendido de las líneas de alta tensión españolas con la italiana y la francesa, no se apreciará diferencial alguno de contemporaneidad entre ellas³⁰. Antes al contrario, la alta tensión se difundió en España con gran celeridad³¹. Ahora bien, la densidad de estas redes en Francia no guarda relación con el caso español: en 1927 se habían tendido en aquel país más de 110.000 km de cable entre alta y muy alta tensión, y en 1933 más de 225.000 km, cuando en España, en 1935, la suma de redes dedicadas al transporte y la distribución apenas superaba los 33.000 km³². Esto es, mientras que en España predominaban las líneas de transmisión punto de producción-punto de consumo, en Francia se

28. Para Andalucía, Núñez (1992). **29.** Mientras que las líneas de interconexión facilitan de inmediato la mejora de los rendimientos a escala, pues constituyen un instrumento básico de coordinación en los sistemas eléctricos, las líneas de transporte son un elemento más del aparato productivo hasta que se integran en un sistema con compensación de cargas. **30.** En el caso italiano, se adoptaron tensiones a 20 kV en 1909, a 60 kV en 1906, a 80 kV en 1910, a 120 kV en 1923, a 150 kV y a 220 kV a partir de 1929. Giannetti (1991), p. 373. **31.** La primera línea de alta tensión francesa data de 1897, a una tensión de 10 kV. En 1898 se inauguró la primera de 15 kV, y en 1903 la primera de 26 kV. En 1909 se tendió la primera línea de 60 kV, y hasta 1922 no se inauguró la primera línea de más de 100 kV, exactamente 120 kV, entre Beaumont-Montoux y Saint-Etienne et Saint-Chamond. Morsel (1991), p. 612. **32.** Lanthier (1994), p. 61.

	ESPAÑA		ITALIA	
	PRODUCCIÓN EN GW		PRODUCCIÓN EN GW	
1900	107	Δ	254	Δ
1913	352	9,59	1.968	17,05
1922	1.402	16,6	4.730	10,23
1931	3.221	9,68	10.527	9,29
1936	3.645	2,5	13.776	5,27

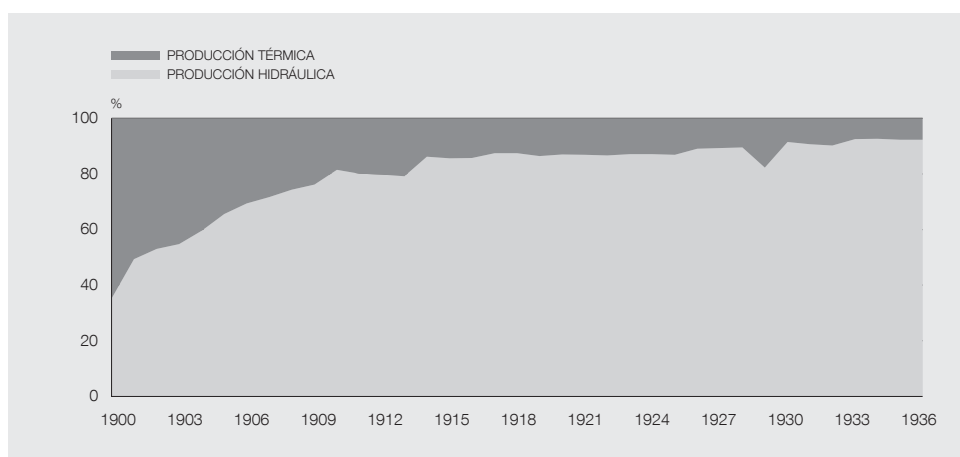
FUENTES: Para España, anejo 1, y para Italia, Giannetti (1985). La producción entre 1900 y 1913 ha sido calculada a partir de los datos de potencia instalada que Giannetti propone y un factor de utilización de 2.000 horas anuales (el mismo que usa para los años inmediatos). La segunda columna de cada categoría resume el crecimiento en tasas acumulativas anuales.

había comenzado a integrar cargas, con redes de interconexión entre distintos mercados eléctricos, que diversificaban tanto las fuentes de producción como los grupos de eventuales consumidores. El tendido de redes con la triple finalidad de acercar producción y consumo, de regularizar las corrientes empleadas y de coordinar cargas solo cumplía en España la primera de estas funciones.

Ahora bien, estas diferencias básicas en el ritmo de crecimiento de otros sectores eléctricos afines al español se explican mejor, desde un punto de vista técnico, si se considera el diverso aprovechamiento en cada país de las sucesivas tecnologías de generación hidroeléctrica. En efecto, del crecimiento temprano del parque hidroeléctrico italiano, por ejemplo, da razón el uso generalizado de los caudales fluyentes de sus ríos para utilizaciones industriales. Según la historiografía italiana, en los decenios interseculares se explotaron a fondo los saltos de uso continuo de régimen nival de los sistemas piemontés y lombardo para su uso intensivo y en autogeneración, mientras que en España predominaban todavía establecimientos de explotación estacional y de tamaño diminuto. A partir de 1920, el vigoroso aumento del parque eléctrico italiano suele atribuirse al esfuerzo que las empresas respaldadas por el auxilio público emprendieron para la construcción de embalses. Esto se dio en llamar «la conquista della forza»³³. A una mayor regulación de caudales, sería por tanto achacable un uso menor de las centrales térmicas en aquel país, y a la postre su abandono. Al tiempo, se habría mejorado el rendimiento de las instalaciones al incorporar, antes de la II Guerra Mundial, los establecimientos dotados de auto-generación, y de uso intensivo, a las redes comerciales.

El aumento de la producción eléctrica en España fue sostenido durante los tres primeros decenios del siglo XX, con incrementos acumulativos superiores al 10% anual (véase cuadro 1.8). En particular, entre 1913 y 1922 aumentó a un ritmo anual mayor que el 16%, mientras que entre 1922 y 1931 se sostuvo con crecimientos acumulativos cercanos al 10%, para disminuir ostensiblemente en los años treinta hasta magnitudes cercanas al 2,5% anual. En Italia, el ritmo de crecimiento de la producción fue decreciente a lo largo del período, observándose los aumentos más acusados en el primer decenio del siglo, con una tasa acumulativa anual superior al 17%, que disminuye en el decenio de 1910 hasta un 10% y en el siguiente se mantiene. Sin embargo, el ritmo no mengua tanto como cabría esperar durante los años de la crisis de los treinta, superando el 5%. Este diferencial en el ritmo de crecimiento de la explotación entre ambos países repercute en un cambio de escala, muy ostensible desde 1910, cuando la producción italiana ya triplica cómodamente a la española, manteniéndose Italia destacada a una distancia semejante hasta 1935.

33. Una completa aproximación a la figura de Nitti, en Barone (1993).



FUENTE: Anejo 1.

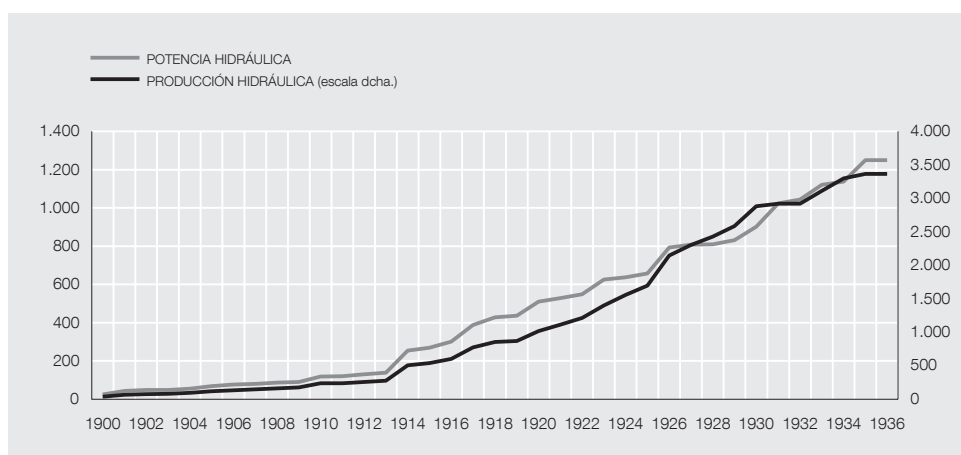
El diferencial en el ritmo de aumento de la producción en ambos países obedece naturalmente al propio crecimiento del parque eléctrico, que es mayor en su conjunto para Italia que para España. Mientras que en Italia el progreso del potencial eléctrico fue más intenso durante el primer decenio del siglo, en España este aumento se acumuló en torno al *boom* económico de la Gran Guerra. Ahora bien, los rendimientos de las instalaciones fueron distintos. En tanto que en España la producción creció a un ritmo alrededor del punto y medio por encima de la capacidad instalada durante el primer tercio del siglo XX, en Italia creció más de dos puntos. Estas diferencias se agudizan en períodos más breves. En efecto, en Italia el crecimiento de la producción aventajó al de la potencia instalada en más de siete puntos en el primer decenio del siglo; en el caso español, solo en el decenio de 1920 la producción comenzaría a expandirse a un ritmo mayor que la potencia instalada en casi tres puntos. Sin embargo, el rendimiento del parque eléctrico disminuyó en el decenio siguiente en España, como lo demuestra el hecho de que la producción aumentó casi punto y medio menos que la capacidad. En Italia, en cambio, aunque durante los años comprendidos entre 1922 y 1931 la potencia creciese por encima de la producción, a partir de entonces la producción avanzó a mayor ritmo que la potencia. En definitiva, la diversidad entre los sectores eléctricos de ambos países se fraguó antes de 1910, aunque luego las diferencias se consolidasen.

Si se examina por separado la evolución de las producciones hidroeléctrica, de un lado, y termoeléctrica, de otro (véase gráfico 1.5), se apreciará que la trayectoria de la primera consistió en crecimientos iniciales muy pronunciados, superiores al 16%, seguidos de una disminución ostensible en el ritmo de crecimiento, muy significativa en los primeros treinta. A su vez, la producción térmica se mantuvo a lo largo del primer tercio del siglo XX, de manera que entre 1922 y 1931 el diferencial de crecimiento entre esta y la hidráulica era tan solo de un punto en beneficio de la primera, aunque presentase una gran volatilidad en los últimos años. La comparación de las respectivas producciones con la potencia instalada durante los dos últimos decenios del siglo manifiesta que, mientras que el rendimiento de todas las instalaciones creció en mayor medida en el decenio de 1920, durante el quinquenio siguiente el rendimiento fue menor, y mayor el aumento relativo de la producción térmica que el de la hidráulica³⁴.

³⁴. Estos años se han calculado con estimaciones anuales de las horas de utilización media procedentes de la Cámara de Productores. COPDE (1935).

**EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA HIDROELÉCTRICA INSTALADA
Y DE LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA EN ESPAÑA (1900-1936)**
La potencia, en MW, y la producción, en GWh

GRÁFICO 1.6



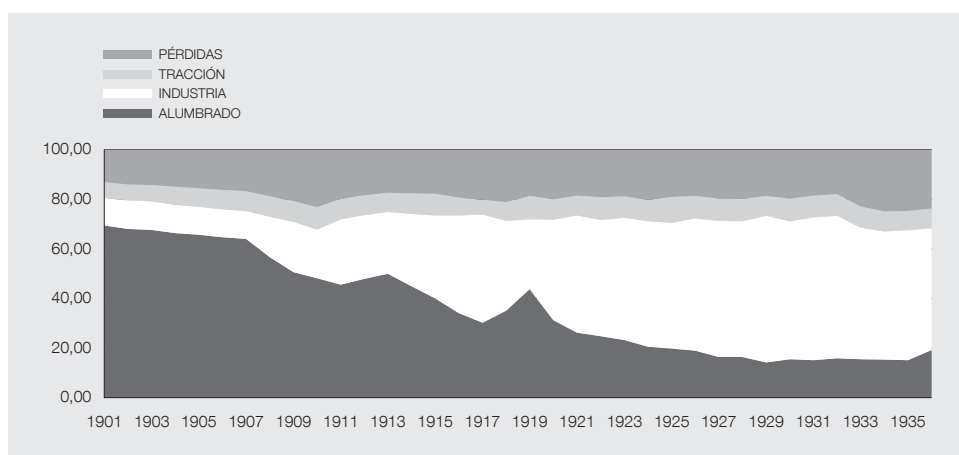
FUENTE: Anejo 1.

Esta nueva evidencia corrobora lo que antes se adelantaba sobre la composición de los equipos de generación: el diferencial productivo entre Italia y España, que se fraguó durante el primer decenio de siglo, se reflejaba en el rendimiento de la maquinaria. La relación entre potencia de uso continuo y de uso discontinuo en ambos países era muy diversa. Mientras que durante los primeros años del siglo la utilización de corrientes de caudal fluyente constituyó un acicate para la difusión de la energía eléctrica en la península italiana, en España, por el contrario, este tipo de saltos resultó insólito, predominando, en contrapartida, los empleos meramente estacionales. En los últimos veinte y los treinta estas diferencias se consolidarían gracias a que en Italia se incorporaron los equipos de autogeneración a las redes comerciales y, además, se generalizó el almacenamiento de agua³⁵.

En consecuencia, el rendimiento de los equipos productivos españoles, medido en horas de utilización de la potencia instalada, mostraba una desventaja notable. Mientras que, en torno a 1930, la potencia hidroeléctrica en España alcanzaba con dificultad las 2.500 horas de utilización, en Italia se sobrepasaban las 3.000 horas de media, aunque algunos las elevaran hasta 5.000, al incluir aquellos aprovechamientos intensivos apenas integrados en las redes comerciales³⁶. Además, el uso de la capacidad térmica en España manifestaba fuertes oscilaciones, aunque de promedio no superase las 1.000 horas. La relación entre la potencia instalada y la producción en un año medio, como 1935, arrojaba el siguiente balance: la potencia térmica ascendía a un 25% del total, pero la producción alcanzaba difícilmente el 8%³⁷.

Al cabo, si se analiza el gráfico 1.6, se observará con claridad el crecimiento escalonado de la capacidad de producción hidráulica en España, y el intenso ritmo constructor entre 1915 y 1925, que cede a partir de 1925, aunque mantenga incrementos notables de la producción hidroeléctrica, hasta que, en los primeros treinta, en plena crisis, la potencia sea excedentaria. Como el equipamiento hidroeléctrico se planificaba y ejecutaba con una demora mínima de cinco años, su puesta en uso resultaba singularmente gravosa si coincidía con una crisis de demanda como la de los primeros treinta.

³⁵. Lamentablemente, no existe en España ninguna relación que distinga con claridad entre los saltos de uso fluyente y aquellos regulados. Sí se cuenta, sin embargo, con abundantes referencias indirectas recogidas por la literatura. Para Italia, Giannetti (1985 y 1993). Para España, véanse capítulos 2 y 3. ³⁶. Para España, véase cuadro A.1.5 del anejo 1. El dato italiano, en Giannetti (1985), p. 132. ³⁷. Este mayor recurso a la producción térmica obedecía a la mayor volatilidad de caudales en la península Ibérica: cuando crecía la potencia hidroeléctrica en España, las variaciones de los regímenes de sus ríos impedían una utilización permanente de la potencia instalada.



FUENTE: Cuadro A.1.5, anejo 1.

La evolución de los usos eléctricos cuenta en España con una serie oficial para el período 1900-1936. En ella se incluyen no solo los porcentajes destinados a los empleos principales, sino también el correspondiente a las pérdidas efectivas. Estas estimaciones se realizaron, lamentablemente, a partir de datos contrastados para el decenio de 1930, no para los anteriores, y procedentes de la entidad que agrupaba a la mayoría de las empresas eléctricas comerciales³⁸.

Según las series reseñadas en el gráfico 1.7, en España el alumbrado, público y privado, constituyó la principal aplicación de la electricidad hasta el inicio de la guerra europea. A partir de entonces, los usos industriales aventajaron a los lumínicos, de manera que la producción destinada a fuerza motriz alcanzaría un primer pico en 1917. Aunque en el transcurso de los dos años siguientes se experimentara un cierto reflujó, a partir de 1920 los porcentajes utilizados en forma de fuerza motriz no cesaron de crecer, hasta 1929, momento a partir del cual la producción destinada a usos industriales se estabilizó en torno al 50%, y en el 15% la destinada a alumbrado. Significativamente, la porción empleada en forma de tracción apenas varió, alrededor de un 8%-10%, mientras que las pérdidas se acrecentaron a partir de 1910, manteniéndose en torno al 20% hasta el decenio de 1930, cuando volvieron a mostrar un incremento de unos cuantos puntos³⁹.

Esta trayectoria del reparto de los usos de la electricidad comercial confirma la hipótesis apuntada por Maluquer acerca de que el incremento de la potencia instalada estuvo subordinado durante los años de la I Guerra Mundial al incremento del consumo manufacturero⁴⁰. Igualmente, corrobora las dificultades de la industria productora durante los primeros treinta, debido a la crisis industrial, que coincidió en España con un período cíclico de superávit productivo⁴¹. Y, por último, atestigua que el patrón de consumo español se alejaba a primera vista bien poco en el decenio de 1930 del predominante en otros países europeos. Los empleos domésticos habrían cedido paso a los industriales y, salvando los órdenes de magnitud, en 1929 las porciones destinadas a consumos industriales se asemejarían a las italianas, aunque estas últimas fueran algo mayores, situándose a mitad de camino entre la

38. Véase gráfico 1.7 y cuadro A.1.4. del anejo 1. Pese a las discrepancias entre esta estimación de consumo total y la que aquí se ofrece de producción, se ha preferido reproducirla a fin de comprobar que las divergencias se centran en los decenios de 1900 y 1930, en el primer caso por exceso y en el segundo por defecto. **39.** En realidad, el seguimiento de las pérdidas muestra un perfil oscilante, que, hechas las salvedades propias de la naturaleza de la fuente, podría dar razón del grado de eficiencia del sistema en diversos momentos. Un ejemplo de pérdidas desbocadas, en Germán (1990), p. 65. **40.** Maluquer fue pionero en defender esta hipótesis, posteriormente admitida por la mayoría. Maluquer (1987). **41.** Apuntado por Hernández Andréu (1981), primero, y luego por Antolín (1999a).

avanzada electrificación noruega, con más de un 80% dedicado a esta utilización, y la portuguesa, donde el porcentaje de este empleo no alcanzaba el 45%. Incluso la crisis de los primeros treinta y el relativo incremento en los usos domésticos se considerarían fenómenos comunes a buena parte de los países europeos, donde la crisis industrial se trató de paliar estimulando el aumento de las aplicaciones domésticas que fueron dadas a conocer extensamente⁴². La transición de los usos domésticos a los industriales habría favorecido el paulatino aumento del rendimiento de los equipos observado a partir de la Gran Guerra en España⁴³, y así, en términos de consumo, las divergencias de la electrificación española respecto a las análogas europeas se habrían paliado a partir de entonces. Se diría que la pauta española se habría mostrado muy similar, aunque a menor escala.

No obstante, y en detalle, el patrón de consumo del fluido en España resultaba ser bien distinto de aquel mayoritario entre los países hidro-dependientes. El principal empleo industrial de la electricidad era la fuerza motriz para manufactura ligera, lo que significa que la electricidad se utilizaba como sustituta del vapor y de la energía hidromecánica, y no como palanca de las llamadas nuevas industrias de electro-procesamiento. Aun cuando no fuera desglosada en estas estadísticas, se calculaba que la producción destinada a usos intensivos, las llamadas electro-industrias, absorbía en España en vísperas de la guerra civil en torno al 8,3% del consumo total, incluidos auto-productores. En Francia, en 1929, según los datos del cuadro 1.3, las industrias de electro-procesamiento absorbían un 22% de la producción; en Italia, un 15,4%, y en Suiza y Suecia, un 18% y 25%, respectivamente. En el caso noruego, donde incluyen los autoproductores, este porcentaje se elevaba casi al 74%⁴⁴. Durante la época de entreguerras, la exigua producción eléctrica destinada a empleos intensivos sitúa, pues, a la electrificación española fuera del patrón habitual de desarrollo de los sistemas hidro-dependientes, pero revela una de las causas del escaso rendimiento de los equipos españoles de generación. Por lo demás, la volatilidad diaria de la carga era elevada, de manera que la carga media y el diferencial entre carga máxima y mínima, diaria y estacional, aumentaban, contribuyendo a acrecentar la incertidumbre con respecto a las necesidades de ampliación de la potencia máxima. Por último, el elevado porcentaje de pérdidas daría cuenta del estado de las líneas, de la cuantía del fraude y de las largas distancias que salvaba el transporte.

Al cabo, la evolución del consumo español de electricidad hasta 1935 tampoco confirma la hipótesis de un mero atraso en el proceso electrificador. Se diría que aquí se siguió una pauta original, caracterizada por el uso mayoritario del agua para la obtención de fluido, pero con importante apoyo térmico. Con respecto a otros países dependientes del agua, se empezó más tarde, se desarrollaron aplicaciones menos intensivas y se obtuvieron menores rendimientos de la maquinaria.

1.3 La evolución empresarial

Una prolífica literatura conmemorativa y memorialística sobre las empresas eléctricas españolas ha convivido hasta ahora con escasos estudios que se hayan beneficiado de los logros recientes de la historiografía internacional. Obviamente, las compañías eléctricas españolas no acabaron siendo nacionalizadas en ningún momento de su pasado, como en Francia, Italia, Gran Bretaña o Portugal. Esta circunstancia, de discutibles consecuencias desde una perspectiva industrial, ha ido indudablemente en detrimento de la reconstrucción del pasado del sector eléctrico español: ni sus archivos fueron centralizados ni sus recursos puestos a libre disposición de los investigadores. Hasta el momento, el único estudio de conjunto sobre

42. Véase, en particular, Seeger (1936) y Arrúe (1935) para España. 43. El alumbrado presenta elevadas cargas pico, es decir, perfiles de la demanda oscilantes e imprevisibles, mientras que la carga en las centrales que sirven preferentemente utilizaciones industriales tienden a ser más planas y, por tanto, más regulares, pronosticables y con factores de utilización de la central más elevados. 44. En el caso italiano, una vez incluidos los auto-productores, la porción destinada a este uso se elevaba a un tercio del total. Los datos italiano y español proceden de Errandonea (1935b).

la formación empresarial de la industria eléctrica española era el de Núñez⁴⁵, aunque se conocía con pormenores la construcción de algunos mercados: Andalucía, Madrid, Galicia, País Vasco, Aragón y Cataluña⁴⁶, aparte de algunas síntesis en trabajos más amplios⁴⁷, uno de cuyos logros más recientes ha sido la publicación por extenso de la historia constructiva y empresarial de Iberdrola, a través de las tres empresas principales: Ibérica, Hidrola y Saltos del Duero⁴⁸.

Las compañías de servicio eléctrico comercial participan en general de los rasgos propios de la llamada empresa gerencial moderna, pese a no competir en diversos mercados nacionales⁴⁹. Razones de orden geográfico y estratégico han hecho coincidir los confines de su negocio con los de las fronteras, resultando en industrias nacionales bien diferenciadas. No obstante, en su mayoría surgieron y se consolidaron con la contribución de tecnología y financiación exterior. Durante el primer tercio del siglo XX, la combinación de ambos rasgos se exasperó: en apariencia, los mercados eléctricos se reservaron para los ciudadanos del propio país, pero esto no impidió que se consolidaran redes trasatlánticas de dependencia tecnológica y de inversión de capitales⁵⁰.

Hasta 1913, los protagonistas fueron los grandes conglomerados electro-técnicos. El florecimiento simultáneo de las tecnologías eléctricas en diferentes polos derivó en el enfrentamiento entre grupos electro-técnicos en competencia mutua que hacían valer sus derechos mediante patentes⁵¹. Durante el llamado ciclo alemán, se aplicó la estrategia de *Unternehmergeschäft*⁵². Es decir, grupos industriales, en su mayoría de origen alemán, pero también ingleses y belgas, ocuparon los principales mercados urbanos europeos, y proporcionaron iniciativas, tecnología y capitales, a fin de poner en marcha negocios eléctricos dependientes tecnológicamente de sus propias casas matriz⁵³. A estas compañías, en las que se involucraban intereses locales, se suministraban los medios para asegurar una demanda inicial regular —por ejemplo, accediendo a las concesiones de tranvías—, pero la tecnología de suministro y aplicación era siempre tributaria de la casa madre. Una vez dinamizado el proceso, la decisión habitual era la de vender la participación a inversores locales y seguir tejiendo en otros lugares estas redes de dependencia. Esta estrategia, de muy largo alcance, contaba con intermediarios financieros específicos —como el Elektrobank, domiciliado en Suiza, pero estrechamente vinculado a la AEG, y el Indelec, su análogo con Siemens-Halske—, y sus iniciativas se cuentan por cientos en toda Europa⁵⁴.

En la posguerra europea los intereses alemanes debieron cambiar de titularidad o ser saldados y dio comienzo entonces un nuevo ciclo, helvético aunque también belga, en la promoción de compañías eléctricas a través de intermediarios, ahora financieros: serían los años de la titularidad suiza del Elektrobank, del protagonismo de la Sofina —belga según su razón social, aunque emparentada con la AEG— o de colocación del papel de la CHADE —Compañía Hispano-Americana de Electricidad— en España⁵⁵. Además, los bancos industriales se interesaron definitivamente por el negocio eléctrico, convirtiéndose en los principales agentes de estas compañías, garantes de su inversión y orientadores de su estrategia corporativa⁵⁶. Se configuraron así grupos, estructurados en forma de *holding*, con carteras accionariales compartidas, que encuadraban compañías eléctricas aparentemente inconexas —funcional y regionalmente—, pero que contaban con un peso institucional creciente como grupos de interés eléctrico-financiero⁵⁷. En mercados eléctricos de acceso regulado por la Administración, el papel de los *holdings* consistía, además, en favorecer las estrategias de

45. Núñez (1995). 46. Alcaide (1994), Aubanell (1991), Carmona (1999), Cayón (2002), Garrués (1997a y b), Germán (1990) y Maluquer (1986), respectivamente. 47. Castilla y León, Amigo (1992); Asturias, Anes (1995); Canarias, Macías (2001), y Mallorca, Vaquer (1986). Aparte de los estrictamente empresariales, como fue el de Tedde (1987). 48. Chapa (2002), Muriel (2002) y Anes (2006). 49. Chandler (1977 y 1990). 50. Doria y Hertner (2004) y Segreto (2006). 51. Dunsheat (1962), David (1992). Un clarísimo relato de la batalla entre sistemas, en Segreto (1992a). Un enfoque más teórico, en Hughes (1987). 52. Hertner (1986) y Segreto (1992b). 53. La historia de las principales casas matriz, en Broder (1982), Hertner (1986) y Segreto (1992b). 54. Los principales intermediarios y sus casas matrices, en Segreto (1992b). 55. Anes (1999). 56. Así ha sido descrito en Italia por Zilli (1993), Conte (1993) y el propio Segreto (1993b). 57. Hertner (1993).

integración productiva que las instituciones públicas a menudo estorbaban. Mediante un sencillo intercambio de capital accionario las compañías facilitaban la interconexión a largo plazo, al eliminar incertidumbres sobre la viabilidad de las inversiones duraderas en redes de intercambio. Así, se evitaban compras y fusiones que resultaban a menudo institucionalmente muy complejas. A juicio de Hausman y Neufeld, los *holdings* proporcionaban la estructura financiera capaz de soportar unos activos tan peculiares como los que conformaban la industria eléctrica⁵⁸.

Ahora bien, los *holdings* emplearon a menudo estrategias de oscurecimiento de la composición de sus activos. Los servicios financieros y técnicos prestados entre las compañías pertenecientes al mismo *holding* se facturaban muy por encima de su valor, de ahí que en Estados Unidos estos conglomerados fueran acusados de constituir una parte importante de la burbuja bursátil que explotó en 1929⁵⁹. En otros casos, los *holdings* realizaron prácticas de «aguamiento» de capital durante el período de entreguerras⁶⁰.

A partir de la segunda mitad del decenio de 1920, las necesidades financieras crecieron aún más. La construcción de grandes centrales y el tendido de redes se sumaron a las necesidades extraordinarias de drenaje de capital que exigieron las fusiones y compras de empresas subsidiarias para integrar los mercados regionales. En Italia, por ejemplo, se iniciaría así el ciclo de madurez de sus compañías eléctricas previo a la II Guerra Mundial; estas, en encarnizada lucha por la definición de los confines de sus mercados regionales, recurrieron al papel americano para cubrir sus crecientes necesidades financieras. Y con una novedad: se constituyeron razones sociales que llevaban a cabo la mediación en los países de origen del capital, aunque fueran los intermediarios de los países de destino los que controlaban el proceso⁶¹. Afortunadamente para ellas, la crisis de 1929 reduciría drásticamente las deudas contraídas por las compañías italianas, aunque, en contrapartida, habrían de afrontar una importante retracción de la demanda en plena fase de expansión de su oferta⁶².

Las últimas publicaciones corroboran la importancia de la presencia en España de los grandes conglomerados internacionales desde el siglo XIX⁶³. Según Loscertales, que ha revisado a fondo los archivos de la banca alemana, la AEG se hizo presente en fecha tan temprana como 1889, a través de la Compañía General Madrileña de Electricidad, y desde ahí se extendió por los principales mercados —vasco, catalán y andaluz—, cumpliendo el acuerdo con la General Electric, que le reservaba el mercado español a la compañía alemana⁶⁴. También se constata la llegada de la Siemens en 1895 y de la Schukert en 1897, aunque en ambos casos con inversiones directas a menor escala y especializándose en la venta e instalación de material electrotécnico. Desde los últimos decenios del siglo XIX, actuaban en España diversas sociedades de venta de material electrotécnico que constituyeron sus filiales españolas y acabaron controlando a los escasos fabricantes nacionales de material⁶⁵. La estrategia de estas compañías extranjeras siguió la pauta internacional, y solamente en Sevilla la AEG mantuvo una participación de largo plazo, aunque entre fin de siglo y 1907 la compañía hubiera dotado de bienes de equipo a cerca de cuarenta centrales en toda España⁶⁶.

Loscertales acierta también a esclarecer un episodio hasta ahora oscuro de la segunda oleada de inversión internacional, correspondiente a la primera fase de construcción hidroeléctrica a gran escala en Cataluña, el mercado más prometedor en vísperas de la I Guerra Mundial. Según se creía hasta ahora, el papel de la Sofina en la constitución de la «Barcelona Traction» en Toronto en 1911 había sido la intermediación de esta sociedad a favor de la AEG⁶⁷. Antes bien, Loscertales apunta que Barcelona se convirtió en un territorio para la lucha

58. Hausman y Neufeld (2004), p. 16. 59. Hausman y Neufeld (2004), p. 17. 60. Por ejemplo, en la Barcelona Traction, fue el procedimiento que siguió la Sofina y algunas de sus sociedades satélites. Sureda (1959). 61. Storaci y Tattara (1998) para Italia. Un trabajo semejante para Suecia, en Schon (1991 y 2000). 62. Broder (1986), Conte (1993) y Hertner (1993). 63. Véase Costa Campí (1981), Hertner (1986), Broder (1982) y Segreto (1992b y 1993b). 64. Loscertales (2005), pp. 13-29. Una versión complementaria e igualmente muy documentada en los archivos de sus matrices es la de Doria y Hertner (2004), pp. 230-247. 65. Nadal (1992), p. 80. 66. Maluquer (2006), p. 58. 67. Sureda (1959).

AÑOS	CAPITAL NOMINAL	CAPITAL DESEMBOLSADO	OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN	RECURSOS BÁSICOS
1900/1910	6,7	6,85	2,73	4,9
1910/1917	-3,04	-3,12	-3,15	-3,14
1917/1925	14,37	5,02	19,88	15,78
1925/1930	9,07	10,89	5,53	8,04
1930/1935	2,86	3,18	0,13	1,72

FUENTE: Anejo 3, cuadro A.3.1.

entre dos titanes: Pearson, representando a la nueva tecnología, la hidroelectricidad, y a la empresa canadiense, y Rathenau como cabeza de la vieja ideología electrificadora, al mando de la AEG, quien defendía que «quemar el combustible más caro siempre sería más rentable que tener que pagar los intereses y cargas financieras de la central hidroeléctrica más barata»⁶⁸. Según Loscertales, la venta el 6 de diciembre de 1911 de las acciones de la Compañía Barcelonesa de Electricidad a la Canadiense cerraba temporalmente el capítulo de la presencia de AEG en Barcelona, en vez de consolidarlo, como hasta ahora se creía⁶⁹. Ese mismo año se hizo presente en Cataluña el grupo Siemens, con la constitución de Energía Eléctrica de Cataluña. Esta, no obstante, cedió el control a la Canadiense a partir de 1913, cuando dieron por terminada una guerra de precios que favoreció en gran medida la electrificación catalana⁷⁰.

Con la participación de la Brown-Boveri en la constitución de la Cooperativa de Fluído Eléctrico dio comienzo la entrada de capitales extranjeros en España correspondientes a la oleada de inversión americana. Es preciso señalar en este caso que, pese a la presencia de Motor-Columbus en la Cooperativa y, más adelante, en Saltos del Duero, sus participaciones se concentraron en el terreno de la generación, y no contribuyeron decisivamente a consolidar mercados eléctricos regionales⁷¹.

Ahora bien, conocida cada vez mejor la inversión exterior en la industria eléctrica española, la financiación y promoción autóctona, que a la postre fue mayoritaria y la más extendida, se había mantenido como una «caja negra» para la historiografía económica española. Lamentablemente, ni los estudios sobre el llamado «capitalismo español» ni sobre el conjunto de las compañías eléctricas se asentaban sobre un soporte documental semejante a aquel de las investigaciones francesas e italianas. Sin embargo, el desarrollo aventajado y la madurez empresarial y financiera del sector eléctrico en torno al decenio de 1930 fueron apuntados por los contemporáneos⁷², y en el decenio de 1990, los trabajos de Tafunell y Carreras habrían corroborado que el tamaño de las compañías eléctricas constituía, por su gran magnitud, un hito en el conjunto de las sociedades españolas hasta 1936⁷³. No es de extrañar, pues, que tanto en la investigación pionera de Maluquer, como en otras seguidoras de corte regional y empresarial, se apunte la normalidad de la pauta española en la creación de empresas eléctricas, en la configuración de mercados regionales integrados en 1936, y en el agrupamiento interregional de intereses en torno a unos cuantos grupos eléctrico-financieros⁷⁴.

Según mis estimaciones elaboradas a partir del AFSAE (véase anejo 3), y resumidas en el cuadro 1.9, se aprecian dos coyunturas particularmente favorables a la creación de

68. Loscertales (2005), p. 18. 69. Loscertales (2005), p. 21. No obstante, la presencia de AEG se recuperaría tras la guerra. 70. Maluquer (2006), p. 58. 71. Díaz Morlán (2006a), para Saltos del Duero. En realidad, estas últimas inversiones se conocen ahora con mayor detalle gracias a la reciente entrada en los archivos de suizos y alemanes por parte del propio Loscertales y Puig, para Alemania, y Sébastien Farré y Jörg Ruckstuhl, para Suiza. Loscertales (2005), Puig (2005) y Farré y Ruckstuhl (2005). 72. Me refiero a Errandonea (1936), De la Sierra (1953) y Muñoz Linares (1954). Rescatados por Maluquer (1985) y Antolín (1999a). 73. Carreras y Tafunell (1993). 74. Maluquer (1985 y 1987), Amigo (1991), Núñez (1995) y Carmona (1999).

empresas eléctricas durante el primer tercio del siglo XX en España. Esta fuente es muy sensible a la constitución de las empresas y menos fiel respecto de las ampliaciones de los capitales de las ya existentes, pero se observan con claridad dos momentos de expansión, que coincidieron con el primer decenio del siglo y los años inmediatos de la I posguerra mundial. Entonces, la inversión real creció a marchas forzadas, mientras que, en el decenio de la Gran Guerra, pese a las múltiples inauguraciones, siempre aplazadas necesariamente por el desfase entre inversión y construcción de obra civil, y durante la Dictadura, la entrada de la inversión en el negocio eléctrico fue menor, tendencia que se consolidaría durante la II República, pese a que el capital desembolsado entonces en empresas eléctricas presentase todavía tasas cercanas al 3% de crecimiento interanual. Este examen global debe, sin embargo, matizarse, si se atiende a que las tasas correspondientes al período 1917-1925 están mediatisadas por un elevado incremento de las obligaciones por la incautación de la CHADE⁷⁵. Por el contrario, en el período 1925-1930 crece vigorosamente el capital desembolsado en las empresas eléctricas, en torno al 10%, lo que reflejaría, con seguridad, una inversión efectiva y una creación de empresas seguramente mayor que en el período de la posguerra europea.

Según las apreciaciones de Carreras, y en particular de Tafunell, la inversión fue elevada, porque así se comportó la rentabilidad de este sector⁷⁶. Según sus investigaciones, la remuneración del capital del sector eléctrico español se mostró así hasta la guerra civil, excepto en el período anterior a 1910, debido a las inversiones propias de constitución y primer establecimiento de las compañías. Desde entonces, inversión y rentabilidad se mostrarían indiscutiblemente altas⁷⁷.

Los trabajos recientes de Antolín y de Díaz Morlán, a partir de sus respectivas investigaciones sobre la Ibérica y Saltos del Duero, coinciden en la importancia trascendental de los tejidos familiares y asociativos —las redes político-económicas— en la fundación, financiación y consolidación de las primeras eléctricas⁷⁸. El papel desempeñado por la banca de origen vasco en la promoción y consolidación de las principales eléctricas —me refiero a los bancos de Vizcaya, de Bilbao y también Urquijo, este último con sede madrileña— ha resultado en parte esclarecido en la reciente publicación de Valdaliso⁷⁹. Pese a que la cronología es controvertida, parece innegable que el Vizcaya participó vivamente, y casi desde su constitución, en los órganos rectores de la primera gran Hidroeléctrica española, la Ibérica, y en todas las sociedades fundadas a partir de ella, orientando la estrategia corporativa del *holding*, y participando además activamente en la defensa de sus intereses desde el llamado Grupo Hidroeléctrico⁸⁰.

Las empresas eléctricas españolas disfrutaron, según parece, de una capitalización sólida y bien correspondida por los beneficios que el negocio deparó. Sus empresas estaban bien entrelazadas en la sociedad de negocios española, y la banca participó activamente en la consolidación de los *holdings* del sector. Como Maluquer ha recordado últimamente, los dos grandes *holdings* que operaban en España en el decenio de 1930, la Canadiense y el *Grupo Hidroeléctrico*, dejaban a pocas empresas y de escasa envergadura lejos de su disciplina⁸¹. Las más importantes de entre las extrañas a estos grupos se estarían encargando, además, de encabezar los propios mercados regionales periféricos, como Galicia, Castilla y León, Andalucía o Canarias.

Ahora bien, la información que proporciona el AFSAE nos enseña dos características discrepantes con este coherente panorama empresarial de progresiva concentración industrial y empresarial. Estos dos rasgos singulares son, por un lado, la pervivencia de un buen

75. Para la creación de la CHADE, véase Anes (1999). 76. Coinciden con las apreciaciones de Núñez (1994a) para Andalucía y Carmona (1999) para Galicia. 77. Tafunell (2000), pp. 80 y 81. 78. Díaz Morlán (2006a) y Antolín (2006b). 79. Valdaliso (2006). 80. Véase capítulo 4. 81. Según sus cálculos, un 77% de la electricidad comercializada por las empresas agrupadas en la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad en 1935. Maluquer (2006), p. 67.

**DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS ESPAÑOLAS
EN DIVERSAS FECHAS**

CUADRO 1.10

Porcentaje de recursos básicos totales

	DISTRIBUIDORAS	PRODUCTORAS	INTEGRADAS	PROMOTORAS	TOTAL
1900	22,42	2,03	75,55	0	100
1910	19,07	7,64	73,29	0	100
1917	14,79	6,30	78,78	0,12	100
1930	8,89	13,98	76,8	0,33	100
1935	7,16	24,27	68,2	0,38	100

FUENTE: AFSAE, años respectivos. 1900 y 1910 con datos procedentes de 1917.

DISTRIBUCIÓN POR TAMAÑOS DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS ESPAÑOLAS

CUADRO 1.11

Porcentaje de recursos básicos por categorías y en diferentes años

	RB MENORES DE UN MILLÓN DE PTS.	RB ENTRE 1 Y 5 MILLONES DE PTS.	RB MAYORES DE 5 MILLONES DE PTS.	TOTAL SOCIEDADES
1917	7,06	13,38	79,44	100
1925	3	6,58	90,42	100
1930	2,39	6,58	91,03	100
1935	1,68	5,65	92,67	100

FUENTE: AFSAE, fechas respectivas.

número de empresas minúsculas y, por otro, la escasa y tardía especialización funcional de las compañías eléctricas españolas.

Como se desprende del cuadro 1.10, todavía en 1935 casi un 70% de los recursos básicos de las empresas eléctricas españolas correspondían a compañías que integraban todos los ciclos del suministro eléctrico. Esto es, el proceso de especialización era anormalmente lento. Y aún en 1925, 434 razones sociales de un total de 476 disponían de unos recursos propios menores de 5 millones de pesetas y, como se ve en el cuadro 1.11, acumulaban un 10% del total de los recursos básicos invertidos en industria eléctrica en aquel momento. Se constata así la convivencia de grandes compañías con otras diminutas, que sobrevivirían a la guerra civil y que, pese a las fusiones y absorciones de los últimos treinta, se mantendrían con un cierto grado de autonomía hasta los primeros cuarenta. Pese a su evolución dentro de la norma, estas dos características del sistema eléctrico español previo a la II Guerra Mundial —integración vertical y dualidad productiva— lo convierten en un sector singular en el panorama europeo de las industrias eléctricas.

1.4 Nota final

En este capítulo se ha examinado desde una perspectiva europea la evolución industrial y empresarial del sector eléctrico español previo a la guerra civil. Desde un punto de vista industrial, las series de potencia y producción que aquí se proponen renuevan la visión de la trayectoria de este sector industrial. Considerando la progresiva preferencia por los convertidores hidroeléctricos, de estas estimaciones se infiere la peculiaridad tanto del momento del arranque de la electrificación como de la especialización del consumo eléctrico español. Desde un punto de vista empresarial, se observa que inversión y rentabilidad crecieron en paralelo, aunque la evolución de las compañías eléctricas muestra asimismo algunas peculiaridades, en particular la integración vertical de sus empresas y, lo que es más importante, la posibilidad de entrada en el mercado como oferente en fecha tan tardía como los primeros treinta.

35 Bujías

Sí. Cuando quiera yo
la soltaré. Está presa
aquí arriba, invisible.
Yo la veo en su claro
castillo de cristal, y la vigilan
— cien mil lanzas — los rayos
— cien mil rayos — del sol. Pero de noche,
cerradas las ventanas
para que no la vean
— guiñadoras espías — las estrellas,
la soltaré. (Apretar un botón)
Caerá toda de arriba
a besarme, a envolverme
de bendición, de claro, de amor, pura.
En el cuarto ella y yo no más, amantes
eternos, ella mi iluminadora
musa dócil en contra
de secretos en masa de la noche
— afuera —
descifraremos formas leves, signos,
perseguidos en mares de blancura
por mí, por ella, artificial princesa,
amada eléctrica.

Pedro Salinas, *Seguro Azar* (1929).

Entre 1880 y 1901 se transitó en España desde el uso ocasional de arcos voltaicos a la constitución en Bilbao de la primera gran empresa hidroeléctrica, la Hidroeléctrica Ibérica, a iniciativa del Banco de Vizcaya y promovida por un grupo de empresarios e ingenieros ambiciosos y clarividentes que perseguían sentar las bases de un proyecto de electrificación peninsular¹. ¿Qué había sucedido en esos veinte años para que la industria eléctrica —en particular, la hidroeléctrica— sedujese de tal modo a estos promotores? Evidentemente, había surgido una generación inicial de compañías que habían transitado con éxito un período en que fue clave garantizar el acceso a la tecnología y promover la demanda eléctrica. Las empresas electro-técnicas internacionales comparecieron en las principales ciudades españolas, pero también surgieron otras pequeñas compañías de generación eléctrica auspiciadas por capitalistas locales con acceso a las representaciones en España de las principales casas de maquinaria.

Las primeras compañías eléctricas lograron animar en la España del fin de siglo un negocio termo-eléctrico floreciente que gravitaba primordialmente sobre el alumbrado urbano y que encontró formulas como el tanto-alzado para extenderse en una sociedad de rentas tan bajas como la española de principios del siglo XX. Este negocio se combinó con la tracción en las ciudades o se asoció a la explotación tradicional de la energía hidromecánica en los núcleos rurales. En todo caso, la iluminación constituía en 1901 casi el 70% de la electricidad consumida en España, incluidas las pérdidas, y esta partida no fue superada por los usos industriales hasta el transcurso de la I Guerra Mundial². Ahora bien, ya en torno al fin de siglo otra fuente de energía primaria se comenzaba a postular como alternativa al vapor para la obtención de electricidad, el agua. Y una nueva generación de empresas, entre las que la Ibérica sería la más emblemática, se encargaría de promover el negocio de la hidroelectricidad para usos industriales, donde la disponibilidad de capital y de capacidad constructiva sería entonces decisiva³.

1. Muriel (2002) y Antolín (2006a). 2. Véase cuadro 3, anejo 1. 3. La Sociedad General Gallega de Electricidad (1889) se constituyó antes que la Ibérica, aunque esta última sea por su envergadura la representativa de la nueva generación del negocio.

2.1 Los primeros pasos

La celebración en torno al último fin de siglo del primer centenario del alumbrado eléctrico en algunas ciudades españolas sirvió de excusa para la publicación de un buen número de monografías conmemorativas, que, pese a su abundancia, no han logrado subsanar el desconocimiento que reinaba hasta ahora sobre el período de difusión de los primeros usos de la electricidad en España⁴. Estas publicaciones reflejan las sucesivas oleadas de entusiasmo y escepticismo que despertaron los nuevos hallazgos, sometidos aún a experimentación, y cuyas demostraciones resultaban a ojos de los ciudadanos meros espectáculos festivos. El primer ensayo ocasional de iluminación mediante arcos voltaicos había tenido lugar en 1875 en el taller de fundición de la Maquinista Terrestre y Marítima⁵. La Corte y las corporaciones locales fueron, a continuación, quienes promovieron espectáculos públicos con la intensidad de la iluminación de los arcos como protagonista en plazas y jardines. Entre dichas iluminaciones destacaron, por su repercusión en prensa, aquellas que se llevaron a cabo en la Puerta del Sol de Madrid en 1881 y en el Paseo de Colón en Barcelona en 1882⁶. El año anterior se había fundado la Sociedad Española de Electricidad, de la mano de Dalmau y Xifra en Barcelona, con el propósito de explotar sus derechos adquiridos en 1876 sobre la patente de la dínamo Gramme. Con un capital de 20 millones de pesetas, «La Española» se encargó no solo de proporcionar fluido a los aledaños de la fábrica, sino también de construir algunas sencillas máquinas electrotécnicas⁷. Si bien la compañía suspendió pagos en 1888, durante su corta vida se había extendido con dos filiales, en Madrid y Valencia, y había colaborado en la instalación y la gestión de compañías de suministro eléctrico en otras ciudades españolas⁸.

Este ambiente permeable a la innovación se había visto favorecido por la presencia de técnicos especializados en electrotecnia. Su divulgación había comenzado, de hecho, mediado el siglo XIX, cuando telegrafistas e ingenieros empezaron a prestar atención a las nuevas invenciones y se institucionalizó la disciplina, mediante la inclusión de la electricidad entre las materias obligatorias de las Escuelas de Minas y Caminos e Industriales⁹. A los técnicos formados en las escuelas de ingeniería estatales se unirían después los de las escuelas privadas de Bilbao, Barcelona y Madrid y los procedentes de las escuelas militares de ingenieros, artilleros y torpedistas de la Armada. En la primera parte del siglo XX, algunos técnicos españoles disfrutaron de la oportunidad de realizar estudios en el extranjero, sobre todo en la Escuela Electrotécnica de Lieja, en Bélgica, la más importante de su especialidad, y, asimismo, a partir del último tercio del siglo XIX se contó con un buen número de técnicos extranjeros¹⁰. Para el gran público, algunas revistas especializadas comenzaron a difundir, mediante la traducción de los textos de sus homólogas francesas e inglesas, los avances teóricos y aplicados en este nuevo campo del saber¹¹.

Con todo, los auténticos pioneros fueron más bien particulares, que constituyeron sociedades minúsculas en las grandes ciudades para ofrecer el espectáculo de la iluminación. En la estela de «La Española...», proliferaron pequeñas empresas al amparo de contratos temporales para iluminación: por ejemplo, en Madrid, del Ministerio de la Guerra, el Palacio Real y el Paseo del Prado; y en Valencia, de la Plaza de la Constitución¹². Otros establecimien-

4. Sin ánimo exhaustivo, véanse, por ejemplo: Alarcón de Porras (2000), Alonso Olea (2000), Bernils Mach (1995), Casino De Irún (1995), Cegarra Pérez (1990), Delgado Pérez (1997), García Fontela (1990), Gas y Electricidad SA (1992), González Echegaray (1982), Juan Oña (1990), Martínez Vargas (1996), Montes (1999), Pous (1995) y Sánchez Bargiela (1995). 5. Maluquer (2006), p. 55. 6. García de la Infanta (1986), p. 24, y Doria y Hertner (2004), p. 230, respectivamente. 7. Véase Martín Rodríguez y Ollé Romeu (1961), Molina (1992) y Arroyo y Nahm (1994). 8. Lo interesante del caso es que esta sociedad constituye un ejemplo singular en España de conjunción de investigación y desarrollo. Maluquer (1992), p. 123. 9. Entre los pioneros en Madrid, destacan: Madariaga, antiguo alumno de Lieja y profesor de la Escuela de Minas, Pérez del Pulgar desde ICAI y Eduardo Gallego como ingeniero militar. 10. Algunas de las memorias de estos viajes fueron publicadas, como la de Brockman y otros (1905). Un seguimiento de un grupo representativo de ingenieros fue el que realizó Bernal (1993). Algunas notas, en Villacorta (1989). Recientemente, Arroyo y Llusa (2002). 11. La divulgación en España de la obra del Conde Dumoncel, que describía los ensayos de iluminación parisina de 1879, anticiparon lo que sería más adelante la presencia de españoles en la Exposición. Dumoncel (1879). 12. Uriarte (1967), p. 107.

tos públicos, como teatros y cafés, se dotaron también de generadores propios para atraer clientela en tanto la iluminación eléctrica, entre otras posibles alternativas, se reconocía como emblema de seguridad y modernidad. En 1883, y según la prensa, se contaban en toda España hasta 600 arcos voltaicos instalados y 1.500 lámparas de incandescencia¹³. La primera iluminación general urbana fue la de Gerona, en julio de 1886, y con ocasión de sus fiestas¹⁴. A partir de esa fecha, algunas ciudades propusieron subastas para el alumbrado público de sus calles y avenidas —Badajoz, Jaén, Ronda, Cádiz, Alicante y la propia Gerona en 1890—. En 1888 se falló el concurso para la instalación de alumbrado público en la ciudad de Pamplona, que accionaba sus dinamos con energía hidráulica, aunque se previese la instalación de maquinaria de vapor adicional para atender los estiajes¹⁵.

A partir de 1889, la presencia de una delegación de Siemens-Halske en Barcelona significó la apertura de una nueva vía de financiación y apoyo técnico, la internacional, que se tradujo de inmediato en la instalación de las centrales cuyo cometido era alimentar el tendido de las primeras líneas de tranvías¹⁶. Hasta fin de siglo, las iniciativas se sucedieron sin descanso en la mayoría de las ciudades españolas. En 1890, se localizaban fábricas de electricidad en buena parte de las capitales de provincia y, al comienzo de la nueva centuria, se superaba el millar de establecimientos en toda España y los 100.000 CV instalados¹⁷. Baste el diagnóstico que en 1900 se hacía desde las páginas de *La Energía Eléctrica*:

«Después de alguna detención en las instalaciones de Centrales de Electricidad, se ha dado tal impulso a ellas recientemente que casi todas las poblaciones de Extremadura y Andalucía donde éstas faltaban, o se están ya instalando o se solicitan contratos según hemos podido averiguar. Van quedando tan pocas poblaciones de 4.000 habitantes o más sin electricidad, cuando no son muy pobres o están muy diseminadas, que la tendencia actual es ya muy marcada a servir varias localidades desde una central, y entre éstas, la más notable es quizás la Central próxima a Zamora, llamada a dar corriente, según se dice, a 20 pueblos o grupos de población»¹⁸.

2.2 La iluminación a vapor de los entornos urbanos (1880-1901). «Vestir con el traje de moda las calles y paseos locales»¹⁹

En efecto, el porvenir de la electricidad en los entornos urbanos en general y de la iluminación eléctrica en particular se prometió pronto muy provechoso en España. El equipamiento básico para la producción de energía eléctrica por vapor era conocido desde 1882, con la inauguración de Pearl Street por Edison: la estación central desde donde se distribuía fluido en corriente continua y a bajas tensiones a los clientes que disponían de lámparas de filamento metálico²⁰. La luz eléctrica ofreció desde sus primeros modelos de lámpara una calidad incuestionable, resolviendo el reto de la prolongación de la jornada industrial con la ventaja adicional de brindar mayor seguridad que su principal competidora, la lámpara de gas²¹. Con todo, los cálculos de costes comparativos tardaron en ser favorables a la iluminación eléctrica, incluso cuando se excluían los costes fijos de las instalaciones de generación y recepción y los costes adicionales de reposición de lámparas²². En 1885, la idea predominante era que el gas quedaría para el consumo doméstico, el de menor importancia, y que la iluminación

13. Suelto (1883), *La Electricidad*, p. 204. **14.** Suelto (1886), *La Electricidad*, p. 177. **15.** Se proyectaba la utilización de dos turbinas con una potencia de 75 CV efectivos cada una, que el ayuntamiento de la ciudad disponía en un molino de agua llamado S. Engracia a 700 m de la población Suelto (1888); *La Electricidad*, pp. 42-44. Y Garrués (2006b). **16.** Suelto (1890), *La Electricidad*, p. 83. **17.** Según Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio (1901). Véase también Núñez (1995). **18.** Suelto (1900), *La Energía Eléctrica*, p. 129. **19.** Suelto (1900), *La Energía Eléctrica*, p. 69. **20.** Hughes (1983), p. 39. **21.** Ventajas, en Rosenberg y Mowery (1982) y, en particular, Burwell y Blair (1990). **22.** Así era en el año 1884: ejemplos en París en el Hotel de Correos y en los Almacenes Printemps. Suelto (1884), *La Electricidad*, pp. 136 y 137 y 186 y 187.

eléctrica tendría su mercado, que sería el de lujo²³. Todavía en 1900 el mantenimiento del alumbrado eléctrico particular era sumamente oneroso. Según un cálculo de la Compañía Inglesa de Madrid, el abonado que tuviera contratado con esa compañía cinco lámparas incandescentes de 10 bujías cada una y que lucieran cinco horas diarias, pagaría 29,87 pesetas solo por el alumbrado, tarifado a 1,10 pesetas kWh. Agregado el 10% de impuesto de alumbrado y el importe del alquiler de contador, el recibo no bajaría de las 33 pesetas. Si a ello se sumaban los cambios de lámparas, el gasto corriente podía elevarse a 40 pesetas mensuales, ingreso correspondiente a diez días de un salario medio²⁴.

Sus competidoras, las industrias del gas, llevaban más de medio siglo asentadas en las principales urbes europeas, contaban con el respaldo de empresas poderosas y, sobre todo, disponían de contratos de iluminación pública suscritos a largo plazo con las corporaciones locales. Estos contratos les aseguraban la amortización de la red en toda su extensión: ingresos y rendimientos fijos para la maquinaria. Además, la reacción ante la competencia eléctrica fue rápida y, desde 1886 en Europa y 1890 en España, los mecheros Auer contribuyeron a reducir el consumo de gas en la iluminación²⁵. La batalla por el alumbrado no se presentaba sencilla, aunque al final se ganara con creces²⁶.

En principio, el éxito de la luz eléctrica en España estribó en la escueta difusión de su competidor, el gas. Solo algunas ciudades del interior y algunas más de la costa en Andalucía y Cataluña contaban con este servicio, y aun allí presentaban siempre consumos ínfimos por habitante. En otro buen número de localidades el alumbrado público pasó directamente del petróleo a la luz eléctrica²⁷. Por tanto, las resistencias a la implantación de la electricidad existieron, pero fueron indudablemente menores que allí donde la difusión del gas había sido mayor, como en Francia, Italia o Alemania²⁸.

Las compañías gasistas españolas eran en su mayoría de titularidad privada y así lo siguieron siendo sus sucesoras, las compañías de suministro eléctrico. Esta circunstancia ofrece una segunda explicación del éxito del alumbrado eléctrico en España: el acceso a las concesiones para la generación, transmisión, suministro y aplicación del alumbrado no tropezó con grandes trabas por parte de las administraciones locales y, luego, las empresas de suministro no fueron municipalizadas en los años previos a la Gran Guerra. El alumbrado público —a gas o eléctrico— lo otorgaban las corporaciones locales mediante subasta bajo condiciones específicas de precio y calidad del suministro, pero estas ejercieron este servicio por sí mismas solo excepcionalmente²⁹. Los ayuntamientos españoles no solo renunciaron a ofrecer el servicio de alumbrado, sino, de paso, la distribución en baja tensión. Esta singularidad de los consistorios españoles obedece a que su propia debilidad se sumaba a un tejido legal que impedía, desde la Ley Municipal de 1877, el otorgamiento de monopolios³⁰. Por lo demás, ni los ayuntamientos españoles sufrían graves urgencias para su financiación ni tampoco se prometían cuantiosos beneficios por la prestación del servicio, motivo por el que en la mayoría de los núcleos alemanes, por ejemplo, se procedió antes o después a su municipalización³¹.

Esta rutina actuó a corto plazo muy a favor de la difusión del alumbrado en los municipios españoles: la iniciativa particular fue más ágil que las instituciones públicas, como de-

23. Suelto (1885), *La Electricidad*, p. 152. **24.** Suelto (1900), *La Energía Eléctrica*, segundo trimestre, p. 19, del suplemento. El jornal medio en Barcelona en 1905 era de 3,62 pesetas, según Maluquer y Llonch (2005), p. 1177, cuadro 15.4. **25.** Suelto (1886), *La Electricidad*, p. 139. Lámpara Auer en Madrid, demostración en Suelto (1900), *La Energía Eléctrica*, p. 65. **26.** Según *Electrical World*, España presentaba en 1924 uno de los porcentajes más elevados de habitantes con acceso a iluminación eléctrica en Europa. Mientras que en España la porción de habitantes iluminados se elevaba al 80,14%, en Francia no sobrepasaba el 65%, y en EEUU no sobrepasaba el 51%. Datos reproducidos en Suelto (1926), *La Energía Eléctrica*, p. 94. **27.** Hubo una batalla intermedia, la del acetileno empleado para iluminación pública, en el que se depositaron grandes esperanzas, pero cuya vida fue corta. Nadal (1986). **28.** Para el gas, Sudrià (1983), Antolín (1991) y Arroyo (1996). **29.** Antolín (1991), p. 308. **30.** Fueron excepción a esta regla los grandes ayuntamientos vascos. Por lo demás, hasta el nuevo Estatuto Municipal de 1924 no se consideró el suministro eléctrico como tal servicio público. **31.** Según ha demostrado Schott (2004), p. 189.

AÑO	TIPO	VOLTAJE
1879	Lámpara Edison, filamento de carbón	4,5
1879	Filamento de carbón	3,1
1894	Filamento metalizado	2,2
1897	Lámpara Nernst	1,7
1900	Lámpara de Oshmio	1,6
1904	Lámpara de Tántalo	1,6
1906	1.ª lámpara de filamento de tungsteno	1,1
1911	2.ª lámpara de filamento de tungsteno gran intensidad	0,8
1913	3.ª lámpara de filamento de tungsteno (otra)	0,5

FUENTE: Suelto (1914), *La Energía Eléctrica*, p. 332.

muestra la lentitud con que años después las Cámaras portuguesas, por ejemplo, reaccionaron ante la novedad del alumbrado eléctrico. Allí, algunos ayuntamientos asumieron el servicio —el alumbrado público y el suministro privado en baja tensión—, y sólo tardíamente afrontaron, para todo su término, el tendido y mantenimiento de las redes, y el pago del fluido a los productores³². En España, en cambio, el suministro eléctrico descansó en la iniciativa privada, que, aparte de su participación en el alumbrado público urbano, solo colisionaba con la Administración en la provisión de permisos para el tendido de líneas eléctricas —apertura de zanjas para las subterráneas y fijación de postes para las aéreas—³³. Y la disposición con rango de Ley sobre servidumbre de paso eléctrica fue muy temprana, de 1901, y estableció un régimen sumamente liberal para las compañías españolas³⁴.

En estas condiciones favorables, afluyó el capital extranjero: en 1882 se funda en Barcelona la compañía Anglo-Española de Electricidad y, a partir de 1889, Siemens-Halske se instala en Barcelona y AEG, al tiempo en Madrid (1889), Barcelona (1894), Sevilla (1894) y Vizcaya (1896). En Madrid, antes de 1900 se habían constituido la Compañía General Madrileña de Electricidad a iniciativa de la AEG, la Compañía Inglesa de Electricidad de Madrid (1890), Chamberí (1896) y Mediodía (1900)³⁵. El mismo año se funda en Madrid la Sociedad General Gallega de Electricidad, y en Barcelona, la Compañía Barcelonesa de Electricidad, también obra de la AEG³⁶. En ese mismo mercado había hecho su aparición en 1896 la Central Catalana de Gas y Electricidad, que, disponiéndose a enfrentarse a la Barcelonesa, aunó los intereses de las dos compañías gasistas barcelonesas, como poco después sucedería en Madrid³⁷.

Por lo demás, el tránsito del siglo XIX al XX inauguró en España un período de crecimiento demográfico y urbano que favoreció aún más la difusión del alumbrado eléctrico que la sola falta de competidores, la ausencia de trabas institucionales o las ventajas de esta luz³⁸. Los precios de venta de fluido para iluminación privada —entre 0,60 y 1 peseta por *kWh* en el mejor de los casos en 1905— habían disminuido, pero no tanto como para que sus rivales, el

32. La obtención de las concesiones de la generación a las compañías municipales estaba sujeta, además, a costes de transacción muy relevantes. Este fue el caso de Oporto, Cardoso (2005), p. 111. No obstante, y según Antolín, a largo plazo la escasa intervención en España también pudo redundar en resultados poco halagüeños. Antolín (1991). **33.** Según R. Milward, esta fue la vía inicial de regulación de los negocios eléctricos y de telecomunicaciones. Milward (2004), p. 6. **34.** La Ley de Servidumbre de Paso es de 1901. Un ejemplo de las dificultades previas, en Antolín (2006a), p. 152. **35.** Loscertales (2005), p. 11, para La Madrileña. El resto, Aubanell (1992). **36.** Uriarte (1967), p. 104; Broder (1982), pp. 65-77, y Doria y Hertner (2004), p. 231. **37.** Capel y Muro (1994), pp. 55-139. **38.** Nicolau (2005), p. 125, y Tafunell (2005), p. 484.

aceite y el petróleo, desaparecieran súbitamente³⁹. Ahora bien, desde 1906, la difusión de la lámpara de tungsteno, que reseña pormenorizadamente el cuadro 2.1, alargó la vida de las lámparas, disminuyendo su voltaje y aumentando su luminosidad, haciéndolas cada vez más accesibles a las capas más desfavorecidas de la población española⁴⁰. Las compañías llegaron hasta los confines de las ciudades donde estas habitaban mediante los contratos a tanto alzado. Se ofrecía el kWh a precios ínfimos, semejantes a los de la tracción —en torno a 5 céntimos el kWh—, a cambio de conocer de antemano la carga y las horas de utilización y eliminar cualquier otro coste del servicio⁴¹. La iluminación eléctrica suprimió los antiguos candiles y las bujías, aunque a menudo se sustituyeran por una espesa penumbra incluso en los medios acomodados. Un ingeniero de Unión Eléctrica relata una anécdota familiar:

«Hacia principios de siglo se instaló la luz eléctrica en mi casa [...]. Antes de instalarla, en cuanto anochecía se alumbraba la casa. El quinqué de petróleo sobre la mesa del comedor, otro en la cocina, unos mecheros que llamaban de gasógeno que no sé si eran de acetileno, pues ignoro si entonces se usaba ya el carburo de calcio, y velas en varios sitios mantenían una débil iluminación en toda la casa, que duraba hasta que el último que se acostaba lo apagaba todo [...]. Desde que tuvimos alumbrado eléctrico vivimos en las tinieblas. A cualquiera que dejara encendida una bombilla sin necesidad, se le regañaba inmediatamente y se consideraba un enorme despilfarro [...]»⁴².

Pese al éxito de la extensión del alumbrado, los rendimientos de las centrales a vapor se mantenían muy bajos, con consumos concentrados estacional y diariamente, lo que elevaba la punta de su carga y obligaba a aumentar la capacidad instalada⁴³. Entre los usuarios de iluminación por contador, las compañías intentaron mejorar sus ingresos mediante los «mínimos de consumo». Estos mínimos consistían en aplicar una partida fija por alquiler y mantenimiento del contador y otra variable según uso. Así, las compañías se acercaban a la composición de sus costes por alumbrado, que más adelante reconocerían tanto la tarificación por bloques horarios como por tramos —potencia y consumo—. Ahora bien, en 1901, la Administración impuso la marca y contraste de contadores, y en 1904 las Instrucciones Reglamentarias establecieron que los usuarios podrían instalar contadores, de su propiedad, siempre que estos fueran modelos aprobados y marcados por un verificador oficial, servicio y cuerpo que también se instituyó con estas Instrucciones. En caso de que la compañía proveyese obligatoriamente el medidor, debería hacerlo a título gratuito⁴⁴. Pero, orillando la legalidad, las compañías siguieron cobrando un pequeño porcentaje por el alquiler de los aparatos de medida⁴⁵ y los consumidores protestaron⁴⁶. El contencioso estalló definitivamente con el Decreto de eliminación de estos mínimos de consumo de 1907, conocido como *Decreto Besada*,

39. El precio menor es el de García de la Infanta (1986), p. 92. 40. Suelto (1908), *La Energía Eléctrica*, p. 297; las lámparas Osram son las primeras de filamento metálico que soportan más de 130 V. 41. Los precios proceden de Garrués (2006b), p. 103. Para Barcelona, véase Urteaga (1994), p. 156, y para Madrid, Aubanell (1992), pp. 143-171. 42. Lázaro Urrea (1972), p. 2. 43. No obstante, buena parte de la maquinaria que se precisa para alcanzar las puntas se empleaba solo en algunas horas de la tarde durante los meses de otoño. 44. Sigo la legislación por García Rodrigo (1927). El real decreto sobre contadores es el RD de 26 de abril de 1901, y las Instrucciones Reglamentarias que establecen el servicio de verificación fueron aprobadas por RD de 7 de octubre de 1904 (Gaceta del 9), y aquí me refiero a su artículo 48. 45. Se amparaban en que «si se toma la molestia de leer las Instrucciones Reglamentarias para el servicio de 7 de octubre de 1904, se convencerá de que ese porcentaje por el alquiler (...) se exageran los derechos de los abonados, lesionando, en cambio, sin la menor consideración, los de las empresas eléctricas», Unión Eléctrica Española, en carta dirigida por esta entidad al *Heraldo de Madrid*, el 14 de diciembre de 1905, Suelto (25 de marzo de 1906), *Boletín de la Unión Eléctrica Española*, p. 22. 46. Comisión de Gremios de Madrid durante 1905 alcanzó al Senado, donde Esteban Collantes encabezó una protesta dirigida al ministro del ramo, en la Sesión del Senado de 17 de marzo de 1903, según *La Energía Eléctrica* (25 de marzo de 1906), p. 21. Los consumidores en «El Fraude de los Contadores Eléctricos», por Federico De La Fuente, *Madrid Científico* (1908), núm. 587, p. 123.

que establecía que los abonados solo habrían de pagar el importe de las cantidades consumidas según el contador instalado⁴⁷. Comenzó así una encarnizada lucha por parte de las compañías para soslayar el decreto, que únicamente se calmaría con la restitución de la libertad de las compañías para el establecimiento de un mínimo de consumo en 1919⁴⁸. Este largo pleito encuadró por vez primera los intereses empresariales eléctricos, y se organizaría la Unión Eléctrica Española comandada por Santiago Corella, desde Zaragoza⁴⁹.

El otro tipo de consumo, a «tanto alzado», beneficiaba a las empresas suministradoras en tanto presentaba un perfil más regular de la carga, pero favorecía el fraude⁵⁰. Por tanto, las empresas, pasado un tiempo de la firma, intentaban que los usuarios de «tanto alzado» pasasen a contrato e incrementar así la potencia contratada. Otras medidas de defensa del ingreso que empleaban las compañías eran la irregularidad del suministro y la rebaja de la tensión. La frecuencia de los apagones solo comenzó a atenuarse al poner en uso las centrales hidroeléctricas y al convertir las fábricas de electricidad en centrales de reserva⁵¹, y únicamente entonces esos métodos fueron sucesivamente impedidos por la Administración⁵². No obstante, el contencioso sobre hurto y fraude no se resolvería hasta 1923⁵³.

Con todo, las compañías eléctricas, y en particular aquellas de iniciativa exterior, procuraban conjugar las cargas discontinuas del alumbrado con aquellas más constantes de los tranvías. La corriente continua se aplicaba sin transformaciones en fuerza mecánica para su utilización en los transportes urbanos. La coincidencia de la disponibilidad de la innovación con un repunte de la población urbana española brindó la oportunidad a las incipientes compañías eléctricas de mejorar sus rendimientos con la compra de concesiones de líneas de tranvías o la solicitud de otras nuevas. Los tranvías eléctricos eran más rápidos y limpios que sus precursores de sangre y su infraestructura básica era ligera y hasta cierto punto económica, de modo que se extendieron con facilidad en toda Europa⁵⁴. La primera de esas líneas fue el tranvía Bilbao-Argorta en 1899, pero las inauguraciones se sucedieron sin descanso en las principales ciudades españolas antes de fin de siglo, llegando a absorber una parte importante de la producción de sus suministradoras⁵⁵.

47. Decreto de eliminación de mínimos de consumo, de 25 de octubre de 1907. 48. El 9 de enero de 1908, el marqués de Camarines, a la sazón presidente de la Unión Eléctrica Española, eleva una instancia al Ministerio de Fomento para que se revoque esta prohibición. *Boletín de la Unión Eléctrica Española* (1908), pp. 12 y 13. La resolución mediante sentencia del Tribunal de lo Contencioso Administrativo de 11 de octubre de 1919. Esta orientación se confirmó mediante la publicación de las Reales Órdenes de 17 de noviembre de 1923 y 30 de enero de 1924, que concedían a las compañías de Madrid la autorización para cobrar estos mínimos de consumo. No obstante, esta última quedó suspendida por sentencia del Tribunal Supremo de 16 de mayo de 1925. El pleito, en Bartolomé (1993), cap. 2. 49. Una descripción minuciosa del proceso emprendido por Santiago Corella, Eléctricas Reunidas y la Unión Eléctrica, en Corella (1916), pp. 5-26. 50. Como demuestra en su trabajo sobre Arteta, Garrués (2006b), p. 80. Otras voces contemporáneas: «... los delincuentes, que son casi en su totalidad personas que, por su profesión y posición social, parece imposible realicen hechos tan censurables. La sustitución de unas lámparas por otras de mayor número de bujías, cuando el contrato se hace a tanto alzado y la formación de los conocidos puentes son malas artes de que suelen valerse las personas antes aludidas...», Suelto (1901), «Los robos de fluido eléctrico», *La Energía Eléctrica*, p. 191. Del mismo modo se expresaba en una tribuna libre S. Tros de Ilduya, en el *Boletín de la Unión Eléctrica Española*, el 10 de diciembre de 1906, ante la persistencia de este fraude, que, al parecer, solo era punible si se demostraba ánimo de lucro por parte del infractor. 51. En los primeros años de puesta en funcionamiento de estas centrales hidroeléctricas, las tormentas con aparato eléctrico, las nevadas o cualquier otra eventualidad cortaban el suministro durante horas hasta que se localizaba la avería. Lázaro Urra (1974), p. 25. 52. La obligatoriedad de los suministros por parte de las compañías se estableció por la Real Orden de 14 de agosto de 1920 y fue corroborada por la ROC de 3 de enero de 1924. El RD de 13 de diciembre de 1923 conminaba a las compañías a mantener la tensión en el suministro —ese mismo año, la RO de 26 de enero de 1923 había creado la Comisión Técnica de Tensiones— y los RD de 3 de julio de 1923 y de 12 de septiembre del mismo año exigían a las empresas la continuidad en sus contratos a tanto alzado. 53. Gracias al RD de 14 de diciembre de 1923, ampliado por el de 6 de septiembre de 1924, sobre hurto y fraude eléctrico. Véase Martínez (1928). 54. Burwell (1990a), para sus ventajas. Un relato en paralelo del papel de los tranvías en la electrificación de Barcelona y Génova, en Doria y Herner (2004), p. 217. 55. Los principales mercados de transporte urbano eran los de Madrid y Barcelona, donde diversas empresas se disputaron las líneas y donde, paralelamente a lo sucedido con las empresas de generación, a un ciclo de inversión franco-inglés siguió un ciclo germano-belga, asociado a los conglomerados electrotécnicos. Suelto (1889), *La Electricidad*, pp. 103 y 135. Véase Martínez (2002 y 2006).

REGIÓN	POTENCIA TOTAL	HIDRO-ELÉCTRICA				TERMO-ELÉCTRICA			
		POTENCIA	ESTABLE-CIMENTOS	POTENCIA MEDIA	REGIONAL/TOTAL	POTENCIA	ESTABLE-CIMENTOS	POTENCIA MEDIA	REGIONAL/TOTAL
Andalucía	11.464,20	4.356,40	39	111,70	13,56	7.107,80	78	91,13	15,35
Aragón	3.011,40	1.879,65	41	45,85	5,85	1.131,75	8	141,47	2,44
Asturias-Santander	2.544,02	1.297,90	24	54,08	4,04	1.246,12	17	73,30	2,69
Baleares	101,90	10,00	1	10,00	0,03	91,90	7	13,13	0,20
Canarias	808,50	144,50	2	72,25	0,45	664,00	3	221,33	1,43
Castilla-León	5.308,52	3.435,12	90	38,17	10,69	1.873,40	34	55,10	4,05
Cataluña	10.582,07	2.585,45	95	27,22	8,05	7.996,62	21	380,79	17,27
Extremadura	1.461,20	96,20	4	24,05	0,30	1.365,00	29	47,07	2,95
Galicia	2.417,00	1.369,00	16	85,56	4,26	1.048,00	10	104,80	2,26
La Mancha	4.633,83	3.320,44	30	110,68	10,33	1.313,39	22	59,70	2,84
Madrid	16.880,95	410,00	4	102,50	1,28	16.470,95	31	531,32	35,58
Murcia	1.358,00	512,00	7	73,14	1,59	846,00	4	211,50	1,83
País Vasco	13.217,80	9.986,95	125	79,90	31,08	3.230,85	31	104,22	6,98
Región Valenciana	4.638,54	2.732,20	63	43,37	8,50	1.906,34	22	86,65	4,12
TOTAL	78.427,93	32.135,81	541	59,40	100,00	46.292,12	317	146,03	100,00

FUENTE: Ministerio de Fomento (1901).

En la industria, por el contrario, el uso de esta energía como fuerza motriz se presentaba todavía poco asequible. Solo mostraba ventajas aplicada en pequeños talleres, según surgirían los datos de diversas ciudades europeas que difundía la literatura técnica española desde 1880⁵⁶. En efecto, incluso en Barcelona, «la fábrica de España», la composición de la demanda de la Compañía Barcelonesa de Electricidad en 1905 reflejaba que solo un 22% del total del fluido consumido era para fuerza motriz, mientras que el alumbrado superaba el 47% y el resto para tracción⁵⁷.

En torno al nuevo siglo, las compañías eléctricas comerciales buscaban, pues, consolidar sus frágiles negocios, al conjugar el alumbrado público y las concesiones de tranvías. La iluminación pública hacía extender las líneas de distribución hasta los confines de la concesión y los tranvías hacían mejorar los rendimientos de la maquinaria de generación⁵⁸. En las ciudades y núcleos pequeños las concesiones de iluminación urbana se consiguieron con cierta facilidad y se tendieron líneas de tranvías allí donde el desarrollo urbano o la orografía del terreno lo demandaban⁵⁹. En las grandes ciudades, sin embargo, las eléctricas tropezaron con los derechos adquiridos por las compañías de alumbrado por gas. En los casos bien conocidos de Madrid y Barcelona, las compañías eléctricas sobrevivieron en los barrios sin entrar en la batalla del alumbrado urbano, hasta que la llegada de la hidroelectricidad en el segundo decenio del siglo cuestionó definitivamente los precios de los contratos suscritos secularmente por los consistorios con las compañías de gas⁶⁰.

56. Suelto (1889), *La Electricidad*, p. 45. 57. Urteaga (1994), cuadro VI.13, p. 164. 58. El momento de constitución de monopolios locales de alumbrado ha sido analizado en Inglaterra por Byatt (1979) y Hannah (1979); en Berlín, Chicago y Londres por Hughes (1983); en Londres también por Wada (1987); en Canadá por Armstrong y Nelles (1986); en Alemania por Schott (2004), y en Portugal por Cardoso (2004 y 2005); una comparación entre Génova y Barcelona, por Doria y Hertner (2004). 59. Según Núñez, en núcleos andaluces de tipo medio donde el alumbrado público constituía todavía en 1910 entre el 20% y el 40% de los ingresos de las pequeñas empresas de Baeza, Moguer o Nerja. Núñez (1994a), p. 146. Recientemente, Fernández (2006). 60. Antolín (1991), p. 293. Para Madrid, véase Aubanell (1992), y para Barcelona, Urteaga (1994).

En términos agregados, se ignora casi todo sobre el desarrollo del conjunto del equipo productivo hasta 1900, aparte de la descripción de algunos establecimientos en revistas especializadas⁶¹. Según el primer recuento oficial de 1901, resumido en el cuadro 2.2, el sector eléctrico comercial hacía uso preferente de vapor, cuyas máquinas sumaban casi un 60% de la potencia instalada en el país. La distribución territorial de la potencia era muy desigual, alcanzando los principales porcentajes Madrid, País Vasco, Andalucía y Cataluña, por este orden. No se advertía todavía una especialización en cuanto al origen primario de la producción eléctrica, sino en Madrid, por carbón, y en el País Vasco, mediante agua. Cataluña presentaba una orientación térmica asimismo notable, y Andalucía, signos de la partición territorial entre ambas fuentes primarias que persistiría durante los años venideros⁶². En el resto de las regiones, ambos recursos se empleaban casi por igual, aunque el interior peninsular y la fachada cantábrica presentarían una tendencia más acusada a la utilización de recursos hídricos⁶³. El tamaño medio de los establecimientos era diminuto, aunque algo mayor en el caso de las fábricas térmicas. En este sentido, no se advierten importantes diferencias interregionales, exceptuado el caso de Madrid, donde unos y otros establecimientos constituían los de mayor tamaño del recuento.

La maquinaria empleada en fábricas y redes procedía en este período casi en su totalidad del exterior. Como en otros países, fueron las compañías fabricantes de este material las más interesadas en establecer sendas de dependencia tecnológica desde la casa matriz, y España, como lo fue Italia, constituía un territorio periférico donde tuvo lugar la batalla internacional entre los contendientes europeos, inicialmente británicos y luego alemanes, belgas y suizos⁶⁴. En la batalla por el equipamiento de las centrales el único contendiente autóctono de cierta relevancia fue Planas, pero en el material de consumo —cables, baterías y bombillas— se establecieron filiales de la Westinghouse, Tudor, Pirelli o General Electric en territorio español⁶⁵. Las casas de representación de los equipos electro-técnicos en España adquirieron entonces una importancia decisiva. De ellas dependían los encargos de material y de repuestos y las reparaciones, y algunos de estos representantes participaron en proyectos electrificadores⁶⁶.

Un rasgo relevante de este período fue la convivencia de distintos sistemas técnicos, recuérdense las contemporáneas «batallas entre sistemas», y la falta de legislación normalizadora hasta 1913, lo que derivó en el empleo, incluso en el suelo de la misma ciudad, de sistemas incompatibles entre sí, particularmente en el ámbito de la distribución⁶⁷. Estos vestigios de la rápida difusión del alumbrado pervivieron más allá de la posguerra española, entrañando considerables costes de transformación y entorpeciendo la integración entre redes de diversas compañías⁶⁸.

En definitiva, antes de que unos cuantos técnicos y empresarios vascos decidieran apostar por la explotación de recursos hidráulicos para abastecer los mercados ibéricos, se contaba ya con un buen número de fábricas de electricidad en España, aunque dispersas y de tamaño mínimo. En su mayoría, se concentraban en torno a mercados urbanos donde empleaban carbón. La preferencia por la generación hidráulica del interior peninsular y de la fachada norte da razón del tipo de electrificación rural que predominaría hasta el primer decenio del siglo: allí donde más tradición existía en la utilización de energía hidromecánica se

61. En el anejo 1 se recogen los obstáculos a la elaboración de la serie de potencia y producción eléctrica española anterior a 1900. Utilizo estos datos en tanto difieren escamente de mis cálculos en el anejo 1, cuadro 3. 62. Véase Núñez (1992). 63. Llama la atención el relativamente numeroso porcentaje de establecimientos que empleaban a la vez, según la época del año, una u otra fuente de energía. Véase Introducción, anejo 1. 64. Un panorama ilustrado de los balbucesos de la industria de generación y de las principales casas electrotécnicas establecidas en España al principio del siglo XX, en Benito Ortega (1902). 65. El conjunto del material importado ha sido estimado por Tena (1988), y Nadal estudió con pormenores el material empleado. Nadal (1992), pp. 75-85. 66. De su importancia dan cuenta Núñez (1994a), p. 141, y Garrués (2006b), p. 68. 67. En el caso de Madrid, bastante conocido, no solo variaban las tensiones de distribución entre las compañías, sino los tipos de corriente a los que se efectuaba esta. García de la Infanta (1986), p. 71. 68. Núñez (1995).

generalizó la conversión de los antiguos saltos de aprovechamiento hidromecánico estacional en uso eléctrico⁶⁹.

2.3 De la hidromecánica a la hidroelectricidad: la electrificación rural y la conquista de los mercados de alumbrado

Desde 1880 la prensa técnica española siguió con atención los avances en el terreno de la hidroelectricidad: las noticias sobre el éxito de aprovechamientos europeos en Saint Gallen, Viene y Bellagarde, y de la explotación en Estados Unidos de Niágara, que enviaba 100.000 caballos de potencia en corriente continua hasta Búfalo. No obstante, los proyectos que perseguían allegar fluido a los núcleos urbanos españoles se consideraron largo tiempo inviables⁷⁰. En fecha tan temprana como 1886, la Sociedad Electrodinámica Cousí, Mané y Compañía presentó un proyecto para la explotación de un salto en Chulilla a 56 km de Valencia, en el término de Covinquilla, pero sus propios promotores debieron concluir la inviabilidad del proyecto⁷¹. Al final del decenio, la situación estaba cambiando: aparte de la iluminación de Pamplona, se proyectaban otros alumbrados de origen hidráulico para Segovia, aprovechando las energías sobrantes de una fábrica de harinas⁷²; la de Calatayud⁷³; Guadalajara⁷⁴ y, en 1890, se concedieron los primeros saltos importantes sobre el río Araya. Se iba imponiendo la idea de que la luz eléctrica se podía obtener en mejores condiciones de precio con el aprovechamiento de un motor hidráulico que con ningún otro, aunque «en donde no se pueda disponer de un tal motor, el resultado económico será casi el mismo...»⁷⁵.

Desde 1890, dos hallazgos transformaron el porvenir de la generación hidráulica y la transmisión eléctrica a larga distancia. De un lado, se efectuaron los primeros transportes con éxito de corriente alterna Lauffen-Frankfurt. Estos lograban unir mediante un tendido eléctrico en corriente alterna y sucesivas transformaciones de la tensión los centros de producción hidráulica a gran escala y los centros de consumo, disminuyendo notoriamente las pérdidas⁷⁶. El segundo hallazgo fue la mejora de las turbinas Pelton. Ya iniciado el siglo XX, también se recibieron las turbinas Francis. Las primeras permitían adaptarse con gran eficiencia a los saltos típicos de territorios que disponían de abundantes desniveles pero escasos caudales, y las segundas mejoraron el rendimiento de los saltos bajos y caudalosos⁷⁷.

El acceso y la tenencia de recursos hidráulicos en España se regían por la Ley de Aguas de 1879⁷⁸. La Ley reconocía al Estado como depositario del dominio público eminente de los cursos corrientes de agua, pero fortalecía la tenencia a través de concesiones finalistas⁷⁹. Explotó de sus derechos tradicionales a las comunidades ribereñas e impuso el procedimiento de acceso vía concesión rogada, aunque garantizando la continuidad de las antiguas prescripciones⁸⁰. El Estado ceñía su papel al de mero consignatario de usos y usuarios: los permisos para la explotación industrial de las corrientes se otorgaban por parte de los gobernadores provinciales por un plazo indefinido, se inscribían en el registro correspondiente y el uso denunciado debía hacerse efectivo por su titular antes de cumplirse seis meses de la autorización y no cesar durante un año. Salvo la inscripción, se suprimía toda contrapartida por parte del usuario y los permisos podían transferirse por venta o cesión, aunque se debieran mantener las condiciones de empleo⁸¹.

69. Esta observación coincide con la de Carreras (1983) y ha sido desarrollada por Garrués (2006a y b). 70. Véase Suelto (1885), *La Electricidad*, pp. 95 y 119, y Suelto (1888), *La Electricidad*, pp. 42 y 164. 71. Suelto (1886), *La Electricidad*, p. 273. 72. Suelto (1889), *La Electricidad*, pp. 113 y 186. 73. Suelto (1889), *La Electricidad*, p. 134. 74. Suelto (1889), *La Electricidad*, p. 163. 75. Playá Suñé (1890), «Consideraciones sobre el alumbrado público y particular por medio de estaciones centrales», *La Electricidad*, p. 85. 76. Passer (1953) y Hughes (1983). 77. Gómez Navarro (1932), vol. 1, pp. 451-489. 78. La Ley de 13 de junio de 1879. Cito la legislación de Aguas según el repertorio de La Iglesia (1928). 79. Maluquer (1983), p. 79, y Bartolomé (2003), cap. 3. 80. La Ley establecía en su artículo 149 hasta un plazo de 20 años en que, aun sin hacerse efectiva, podría conservarse la concesión por parte del titular, pues este era el período en que las prescripciones consolidaban derecho. 81. Los aprovechamientos especiales, a partir del artículo 147. Las concesiones industriales en el artículo 218 relativo a molinos y otros artefactos industriales. Un análisis de la doctrina que nutre el abandono a la iniciativa particular, en Martín-Retortillo (1995), p. 180.

CUENCA	POTENCIA INSTALADA TOTAL EN KW	PORCENTAJE REGIONAL	POTENCIA MEDIA EN KW	ESTABLECI- MIENTOS	PROMEDIO CAUDAL (l/s)	PROMEDIO ALTURA (m)
Cantábrica	12.033,36	4,15	429,76	28	2.423,07	19,06
Duero	13.644,82	4,71	505,36	27	3.017,19	15,06
Ebro	100.900,67	34,80	410,17	246	2.325,47	42,32
Guadalquivir	21.895,12	7,55	326,79	67	3.788,76	29,44
Guadiana	1.381,04	0,48	230,17	6	4.051,67	11,20
Júcar	105.020,60	36,22	12.810,70	58	6.278,59	14,49
Miño	15.061,65	5,19	602,47	25	2.071,60	44,26
Pirineo Oriental	3.328,80	1,15	475,54	7	3.871,43	83,76
Segura	3.567,88	1,23	222,99	16	4.426,88	13,31
Sur España	6.533,08	2,25	816,63	8	1.187,50	78,12
Tajo	6.600,76	2,28	206,27	32	7.847,56	8,23
TOTAL	289.967,78	100,00	557,63	520	3.411,60	32,74

FUENTE: Elaboración propia, a partir de Ministerio de Fomento (1911).

Esta legislación de aguas marcadamente liberal contribuyó al éxito del aprovechamiento hidroeléctrico en tanto apenas alteraba las condiciones de la explotación hidromecánica tradicional: los saltos que se empleaban eran abundantes e indiferenciados y comprometían únicamente el uso de una parte del dominio público, la corriente de agua, ocupando solo zonas colindantes: el desvío y la represa de parte de su cauce afectaba a los propietarios de los terrenos adyacentes, pero apenas entorpecía otras utilidades aguas arriba o abajo. Los usos no eran consuntivos y la explotación se llevaba a cabo en las cabeceras de los ríos o en sus remansos naturales mediante instalaciones de escasa magnitud. De este modo, este sistema concesional español allanó en sus primeras etapas el camino de la explotación eléctrica. Según los datos publicados por el Consejo de la Energía durante la II República, el proceso de petición de las concesiones se había concentrado entre 1910 y 1920, reduciéndose a la mitad en el decenio de 1920, cuando gran parte del potencial técnicamente útil ya estaba concedido⁸².

La Ley agilizó el acceso y proporcionó garantías de continuidad en la tenencia a los concesionarios, pero su escaso desarrollo reglamentario quebraría pronto la transparencia del procedimiento. En primer lugar, aun siendo obligatorio desde 1901, muchos de los establecimientos tradicionales no hicieron efectiva la inscripción, entre otras causas, porque los organismos encargados se hallaban descentralizados y descoordinados entre sí. En segundo lugar, no se respetaban los plazos establecidos por la Ley y, aun sin comenzar las obras, no se perdían los derechos de aguas concedidos⁸³. Por lo demás, eran los propios interesados los que debían acometer la recogida de información sobre los itinerarios de los ríos —desniveles,

⁸². El trabajo clásico de González Quijano cifró en más de 5 millones de CV las concesiones en vigor en el decenio de 1930, aunque solo se explotaba un quinta parte; 5 millones de CV equivalen a 3.728.500 kW. González Quijano (1932). ⁸³. El procedimiento de petición se sistematizó en la RO de 14 de junio de 1883, y el RD de 14 de agosto de 1893 estableció que, mientras que la concesión correspondía a los gobiernos civiles, la tramitación de expedientes tocaba a las jefaturas de Obras Públicas; el procedimiento se determinó en el RD de 31 de diciembre de 1903. Véase Martín-Retortillo (1995), p. 43, y Fanlo (1996), p. 57. Las publicaciones seriadas de Aforos, del Servicio Central Hidráulico, comienzan en 1903, pero en 1901 se había abierto un «Registro de aprovechamientos de aguas públicas», de obligatoria inscripción para los concesionarios, que dio lugar a los estadillos recogidos en las *Memorias de Obras Públicas*, que no fueron fiables hasta la publicación correspondiente a 1917.

aforos y morfología de los terrenos inundables—. Aún hoy resulta difícil conocer cuál era entonces la tipología de los emplazamientos hábiles en España⁸⁴. Se cuenta con un primer corte para 1909, procedente de la estadística de Obras Públicas, que, aunque defectuoso para diversas cuencas, reseña no solo los aprovechamientos en uso, sino también aquellos concedidos y sin utilizar, proporcionando una imagen de cómo había sido la explotación previa y cuáles eran las expectativas en relación con el tamaño de los aprovechamientos⁸⁵. Un resumen de este estado de las explotaciones hidroeléctricas en uso por cuencas se resume en el cuadro 2.3.

En el cuadro 2.3 se refleja con claridad una explotación muy desigual en cuanto al número de saltos y capacidad total por vertiente. El aprovechamiento hidroeléctrico había ido trasladándose de las zonas tradicionales de explotación hidromecánica hacia las vertientes del Ebro y del Júcar. Esto es, hacia las zonas que servían al País Vasco y Cataluña de un lado; y Valencia y Madrid de otro. Sin embargo; excepción hecha del Júcar, donde se inauguró la primera gran central hidroeléctrica, la explotación hidráulica era a pequeña escala, con saltos que en promedio alcanzaban con dificultad los 500 kW de capacidad media, los cuales aprovechaban alturas considerables, pero disfrutando de concesiones de caudales medios —a menudo máximos— bastante limitadas. La eficiencia en el uso de los recursos era igualmente muy baja, si exceptuamos también el caso de Júcar⁸⁶. Se percibe, pues, una explotación hidroeléctrica en la que aún predominaba el pequeño salto de uso estacional que explotaba las energías sobrantes de aprovechamientos tradicionales, aunque despuntaba lo que sería la explotación hidráulica a gran escala que emprenderían las grandes empresas eléctricas a partir de entonces.

Además, la estadística de obras públicas refleja que todavía en 1909 un 20% de los saltos en explotación y registrados para su uso eléctrico lo era en algún tipo de aprovechamiento mixto. Este fue el mecanismo de difusión eléctrica en el medio rural. Los usos mixtos consistían en la aplicación de dínamos a molinos hidromecánicos, que permitieron la conversión de su energía, y la de sus fábricas adyacentes, en eléctricas. Molinos harineros, aserraderos y manufacturas sobre todo textiles ubicadas en las cabeceras de los ríos conservaron una parte de su aprovechamiento hidromecánico, pero introdujeron algún convertidor eléctrico. Las causas de su rápida difusión fueron la dificultad del acceso al carbón y el escaso coste de acondicionamiento de estos molinos. Su uso fabril era simplemente como fuerza motriz, sin contar aún con las ventajas del motor eléctrico. Además, estas fábricas extraían ventajas adicionales a sus reformas mediante la venta de la energía excedente para alumbrado en las horas nocturnas, durante las que no trabajaban⁸⁷. Las regiones donde estos aprovechamientos proliferaron fueron, según esta fuente, el País Vasco y Aragón, aunque no hay que olvidar que en Cataluña la mitad de los saltos inscritos era de este tipo. De hecho, algunas de las compañías iniciadoras del desarrollo hidroeléctrico catalán eran en su mayoría empresas del textil ya acostumbradas a la movilidad a favor de precios de la energía más asequibles⁸⁸.

Los concesionarios a título particular eran todavía mayoría en todas las regiones, como se puede comprobar en el cuadro 2.4, aún más en las zonas con mercados menos desarrollados —como Galicia, La Mancha o Murcia—o bien abastecidas desde otras regiones, como en el caso de Madrid. Las empresas eran en cambio abundantes en Andalucía, Castilla y Aragón, regiones todas ellas donde ya se habían establecido las que serían cabecera de sus mercados regionales. Me refiero a El Porvenir de Zamora (1898), La Electra Popular Vallisole-

84. El decreto Gasset de 6 de noviembre de 1903 amplió brevemente la responsabilidad pública en este terreno. Fanlo (1996), p. 64. **85.** Sobre la fuente, defectuosa, véase introducción al anejo 1. **86.** Era el doble que en Ebro y la vertiente cantábrica, y triplicaba la de Miño. La eficiencia se calcula como el cociente entre la potencia y la altura por el caudal con algunos correctores. **87.** Un ejemplo destacadísimo es el de Iratí. Garrués (1997b y 2006b). **88.** Según esta fuente Sedó disponía en 1909 de cuatro saltos que sumaban más de 15.000 CV de potencia instalada. Un estudio pormenorizado del caso catalán, en Maluquer (1986).

REGIÓN	EMPLEO DEL SALTO		TITULAR DE LA CONCESIÓN		TOTAL GENERAL
	USO ELÉCTRICO	USO MIXTO	PARTICULARES	SOCIEDADES	
Andalucía	63	9	44	28	72
Aragón	17	18	25	10	35
Astur-Santander	26	2	20	8	28
Castilla-León	40	10	21	29	50
Cataluña	10	10	12	8	20
Extremadura	11	2	9	4	13
Galicia	24	1	22	3	25
La Mancha	37	11	42	6	48
Madrid	1	1	1	1	2
Murcia	8	0	4	4	8
País Vasco	146	30	118	58	176
Valencia	35	8	28	15	43
TOTAL	418	102	346	174	520

FUENTE: Elaboración propia a partir de Ministerio de Fomento (1911).

tana, La Electricista Castellana (1898) e Hidroeléctrica Ibérica en Castilla de Oeste a Este; Teledinámica del Gállego (1900), que tomará la iniciativa de ERZ en Aragón; y Mengemor (1902), Vega de Armijo (1900), Electra Industrial Española y Valle Lecrín (1907) en Andalucía. En la fachada cantábrica y en Valencia se dan los dos fenómenos: la abundancia de pequeñas sociedades al lado de los grandes saltos, correspondientes a Hidroeléctrica Ibérica (1901) e Hidroeléctrica Española (1907) en el País Vasco y Valencia, respectivamente. En el País Vasco-Navarro es donde una mejor dotación natural para estos usos se sumó a un desarrollo de los mercados energéticos más complejo. Al lado de importantes auto-productores, como Brunet (1899), Papelera Española, Cemento Pórtland, Construcciones Metálicas o el Iratí, se encontraba Hidroeléctrica Ibérica, como gran productor, al lado de una serie de ayuntamientos no solo empeñados en la distribución de fluido eléctrico para alumbrado, sino también en su obtención, como eran el de Hernani, el de Andoáin y el de Tolosa⁸⁹.

No obstante, la participación de los municipios en el suministro de electricidad seguía siendo una excepción en el conjunto español. La iluminación pública, sustento básico para las compañías, se concedía mediante subasta entre compañías privadas, y en los contratos suscritos entre el Consistorio y la compañía adjudicataria se consignaba el precio al que la electricidad se suministraría al resto de los usuarios, al prescindirse de una reglamentación estatal sobre precios de venta del fluido eléctrico hasta 1916⁹⁰.

Inicialmente, las adjudicatarias de la mayoría de estos contratos de alumbrado público fueron las compañías gasistas, donde las había, y las centrales termoeléctricas pioneras. Con la llegada de la hidroelectricidad a las principales ciudades españolas entre 1905 y 1910, se

⁸⁹. Aparte, por supuesto, de la Compañía de Aguas del Arteta. Garrués (2006a y b). ⁹⁰. Las compañías solo tenían la obligación, conforme al artículo 11.º de las Instrucciones Reglamentarias de 1904, de acompañar a la solicitud de autorización de un establecimiento eléctrico ante el Gobierno civil de la provincia de las tarifas que se adoptarían si el fluido se explotase para uso público —según lo exigía el capítulo VIII del Reglamento de Obras públicas de 6 de julio de 1877— y, cuando los contratos se firmasen, de hacerlas públicas. A partir de la Ley de Subsistencias de 2 de noviembre de 1916, las tarifas vigentes habrían de ser supervisadas y aprobadas por los verificadores y contar con el visto bueno del Gobierno, según su artículo 4.º

provocó una ruptura técnica que suscitó un debate de rango estatal: se solicitaba la revisión del conjunto de las tarifas de alumbrado eléctrico y la incorporación de nuevas formas de gestión que mejorasen el servicio. El debate público se inauguró en 1908 con ocasión de la discusión de la Ley de Administración Local, en referencia al servicio de alumbrado público eléctrico. La concesión de los servicios municipales de iluminación despertaba suspicacias: la rutina del alumbrado por gas era la de un servicio monopolizado de hecho, pero deficiente. Por un lado, los defensores de la municipalización de los servicios divulgaron las ventajas que en las grandes metrópolis había deparado dicho proceso; por otro, se editaron traducciones de aquellos que, conociendo la experiencia de cerca, la rechazaban como contraria al bienestar público y a la libertad individual⁹¹. En este contexto de discusión del proyecto de Ley de Administración Local, el Ministerio de Fomento abriría una consulta para obtener información que resolvería la siguiente cuestión: «¿Es el suministro de alumbrado un servicio público?»⁹². Al paso, salieron de inmediato los representantes de la industria que, agrupados ya por el conflicto de contadores, negaron el carácter de servicio público del alumbrado eléctrico urbano⁹³.

El enfrentamiento era entre: las compañías térmicas ya establecidas, que temían perder su mercado ante la irrupción de los nuevos generadores hidroeléctricos; las compañías del gas, que veían malograrse su principal fuente de ingresos; y algunos que observaron esta como una oportunidad de introducirse en el negocio de la distribución, como los promotores de cooperativas⁹⁴. Estos conflictos se convirtieron además en marco de confrontación de las elites locales⁹⁵ y coincidieron con las llamadas «guerras tarifarias», en que las compañías hidroeléctricas aprovecharon sus ventajas de coste y de garantía en el servicio para imponer precios a la baja y arruinar a las fábricas térmicas anticuadas que soportaban costes elevados, y que venían sufriendo en los últimos tiempos caídas notorias en el consumo provocadas por la generalización de las nuevas lámparas de tungsteno⁹⁶. Pero, cuando en 1914 el Ministerio abrió de nuevo una consulta en la que, desde el Consejo de Estado, se solicitaba información sobre el carácter del suministro de fluido para los distintos usos, las urgencias derivadas de la guerra europea paralizarían su propósito⁹⁷.

A larga y sin grandes dificultades, en la mayoría de las ciudades españolas se establecerían monopolios de distribución de carácter privado⁹⁸ y, en 1924, la intervención gubernativa sobre los mercados eléctricos consagraría esta situación, pese a declarar el suministro eléctrico como servicio público⁹⁹.

2.4 Industria eléctrica y alumbrado en 1910

Hasta 1910, la difusión del alumbrado eléctrico y de su industria suministradora siguió en territorio español una trayectoria de cierto éxito. La recepción temprana de la innovación había contado con el respaldo de técnicos, capital e iniciativas adecuadas, y los hallazgos sucesivos también

91. Véase al respecto tanto el discurso leído en la Societat d'Estudis Economics por Graell, como la traducción al español de un divulgador de Spencer. Graell (1908) y Lord Avebury (1912). 92. La noticia de la consulta procede de *El Ingeniero* (1907), p. 151. 93. Véase Camarines (1908), «Canal de Isabel II. Los límites de la acción estatal», *Boletín de la Unión Eléctrica*, p. 25, y Gallego (1908), «La industria eléctrica y la Ley de Administración Local», *Boletín de la Unión Eléctrica*, pp. 57, 86 y 93. 94. Tal es el caso, por ejemplo, de las maniobras de Sánchez de Toca desde el Canal de Isabel II, antes de fundar su Cooperativa Electra Madrid, que alentó opiniones contrarias a la participación de grandes grupos, a la vez que a la intervención pública, con el fin de que su distribuidora obtuviera ventajas en el reparto del mercado madrileño. Ceballos (1913), Aubanell (1992) y Cayón (1997). 95. En Madrid, Rueda (1991), Aubanell (1992), Villanueva (1995) y Cayón (2002). Según los datos de que se dispone, en aquellos lugares en que se alcanzaron acuerdos se inició un breve período favorable para los negocios. 96. Según queja de la Compañía del Mediodía de Madrid justo antes de desencadenarse la guerra tarifaria. Suelto (1911), *La Energía Eléctrica*, p. 190. 97. Sobre la consulta acerca del carácter del suministro eléctrico, en Suelto (1914), *Boletín de la Unión Eléctrica*, pp. 134 y 135. Una opinión representativa de la industria en aquel momento es la del Marqués de Legarda (1914): «El suministro de fluido eléctrico no es un servicio público», *Boletín de la Unión Eléctrica*, p. 129. 98. La principal excepción en este sentido la constituye la ciudad de Bilbao. Algunos técnicos, unos años después, todavía aspiraban a la incorporación del servicio eléctrico a los servicios del Estado. Entre estos técnicos, Pérez del Pulgar (1917); Gelpí (1923) y Montañés (1923): «Bases generales para la producción y distribución de energía eléctrica a realizar por el Estado», *La Energía Eléctrica*, p. 165. 99. El debate se zanjó con el RD de 12 de abril de 1924 sobre suministros de electricidad, agua y gas.

REGIÓN	POTENCIA TOTAL	HIDRO-ELÉCTRICA				TERMO-ELÉCTRICA			
		POTENCIA	ESTABLE-CIMENTOS	POTENCIA MEDIA	REGIONAL/TOTAL	POTENCIA	ESTABLE-CIMENTOS	POTENCIA MEDIA	REGIONAL/TOTAL
Andalucía	20.743,70	10.670,35	92	115,98	12,29	8.511,35	118	72,13	15,83
Aragón	5.296,07	3.867,32	80	48,34	4,45	1.069,75	7	152,82	1,99
Astur-Santander	10.681,45	7.794,80	57	136,75	8,98	2.875,48	54	53,25	5,35
Baleares	739,00	100,00	2	50,00	0,12	620,40	10	62,04	1,15
Canarias	1.042,00	158,00	2	79,00	0,18	884,00	3	294,67	1,64
Castilla-León	8.890,98	6.563,77	149	44,05	7,56	1.430,60	38	37,65	2,66
Cataluña	25.027,43	11.882,32	245	48,50	13,68	11.576,35	26	445,24	21,52
Extremadura	2.516,95	693,95	10	69,40	0,80	1.026,00	5	205,20	1,91
Galicia	15.706,04	12.441,00	36	345,58	14,33	158,40	28	5,66	0,29
La Mancha	10.591,85	7.341,08	66	111,23	8,45	2.726,27	268	10,17	5,07
Madrid	18.604,82	2.808,00	13	216,00	3,23	13.448,02	34	395,53	25,00
Murcia	4.184,00	858,00	10	85,80	0,99	2.646,00	5	529,20	4,92
País Vasco	21.307,64	15.858,38	174	91,14	18,26	5.318,46	40	132,96	9,89
Región Valenciana	8.294,66	5.806,75	109	53,27	6,69	1.490,82	36	41,41	2,77
TOTAL	153.626,59	86.843,72	936	92,78	100,00	53.781,90	636	84,56	100,00

FUENTE: Ministerio de Fomento (1910).

encontraron eco en unas urbes en pleno proceso de expansión, con una magra competencia de la industria gasista y con una legislación que apenas se interpuso al libre movimiento de los factores. Pese a ello, la industria eléctrica española constituía aún un sector modesto, cuya capacidad instalada no ofrecía más del 5% del consumo bruto total de energía. Era asimismo un fenómeno disperso, tanto en lo que atañe a la explotación como a su estructura empresarial. En 1910, existían más de 1.900 establecimientos de generación eléctrica, cuya potencia disponible no superaba por media los 100 kW, según muestra el cuadro 2.5. La potencia hidráulica comenzaba a aventajar por vez primera a la térmica en el agregado estatal, pero las diferencias eran aún abultadas entre las regiones de utilización hidromecánica tradicional y las nuevas zonas hidroeléctricas, sobre todo Valencia y Aragón, cuyos logros apenas fueron incorporados a esta estadística, aunque sí lo hubieran sido a la de Obras Públicas correspondiente a 1909¹⁰⁰.

Según mis propios cálculos, que aparecen en el cuadro 2.6, en 1910, la distribución territorial de la hidroelectricidad mostraba la temprana y exitosa explotación del entorno vasco, que había efectuado una rápida conversión de la hidromecánica a la hidroeléctrica. El resto de la fachada cantábrica y Galicia mostraban aún valores por encima de la media, pero Cataluña, Valencia y las zonas del interior peninsular apenas habían comenzado su trayectoria productora. Solamente Aragón se incorporaba a marchas forzadas a la explotación intensiva de las márgenes del Ebro. Las causas de este predominio del agua en el ámbito rural hasta el segundo decenio del siglo XX en España son dos: los obstáculos al transporte del fluido en este período y, en contrapartida, la abundancia de localizaciones aptas para el aprovechamiento de la energía cinética del agua de pequeño tamaño y uso irregular. España disponía de una dotación abundante de estos saltos, de manera que su explotación resultó relativamente accesible, dado su escaso coste de acondicionamiento: los aprovechamientos eran de tamaño mínimo, en su mayoría menores de 1.000 kW¹⁰¹. A estas causas habría que añadir la ausencia de alternativas económicas a la iluminación doméstica en los territorios apartados de los grandes núcleos urbanos.

100. Véase cuadro 3 de este capítulo y cuadro 3 del anejo 1. **101.** Según las cifras del Sindicato, un 41,7% de los equipos hidroeléctricos incorporados hasta 1910 (100.937 kW) eran menores de 1.000 kW. Un porcentaje que se mantuvo a lo largo de esta fase inicial de electrificación. Estimación propia a partir de Sindicato (1960).

REGIÓN	KW/1.000 HABITANTES	KW/km ²
Andalucía	3,23	0,14
Aragón	16,84	0,34
Astur-Santander	8,01	0,49
Baleares	0,31	0,02
Canarias	0,36	0,02
Castilla	4,57	0,12
Cataluña	5,70	0,37
Extremadura	0,70	0,02
Galicia	6,89	0,48
La Mancha	4,80	0,10
Madrid	3,21	0,35
Murcia	1,39	0,08
País Vasco	27,11	1,53
Valencia	3,44	0,25
TOTAL	5,97	0,24

FUENTE: Anejo 1 y Nicolau (2005) para la población.

En torno a 1913, las principales compañías hidráulicas, que allegarían la nueva energía desde las distantes cordilleras, habían hecho ya su aparición. Además de la Gallega de Electricidad, constituida en 1900, el mercado de la ciudad de Zaragoza y los de las principales ciudades de la fachada norte de la península se encontraban abastecidos por centrales hidráulicas¹⁰². Hidroeléctrica Ibérica (HI), que actuó desde 1901 como productor del mercado vasco, preferentemente guipuzcoano, puso en marcha tempranamente, y en su propio territorio, algunos saltos. En 1907 Hidroeléctrica Española (HE) inaugura, con la apertura de Molinar, la primera transmisión a gran distancia, desde Albacete a Madrid y Valencia¹⁰³. En 1912, Unión Eléctrica Madrileña (UEM) establece otro servicio de producción y distribución en Madrid, que, junto con HE, constituirá el núcleo muy disputado en estos años de la producción con destino capitalino¹⁰⁴. Antes de la Gran Guerra también, las dos empresas que competirían por el mercado catalán, Riegos y Fuerzas del Ebro y Energía Eléctrica de Cataluña, comienzan la producción desde el occidente catalán, orientadas en este caso al aprovechamiento sistemático del Pirineo¹⁰⁵. La «revolución hidroeléctrica» había dado comienzo.

2.5 Nota final

En vísperas de la I Guerra Mundial, España se encontraba aún lejos de alcanzar los logros en cuanto a disponibilidad eléctrica que se constataban en aquel entonces en otros países hidrodependientes. Según las estadísticas recogidas por Myllintaus, en 1913 la producción española por habitante era de 25 kWh, mientras que la de Francia era de 45 kWh, la de Italia de 63 kWh, la de Finlandia de 60 kWh, la de Suecia de 258 kWh, la de Suiza de 414 kWh y la de Noruega de 900 kWh¹⁰⁶. La distancia que en torno a 1900 se apreciaba se había ensanchado en los primeros años del siglo XX. Y esto fue así pese a que, sin duda, la extensión de la electricidad para los usos urbanos había sido todo un éxito en España. La práctica ausencia de otras aplicaciones, sin embargo, ensombrecía el panorama tan halagüeño que presentaba esta industria de suministro eléctrico en el momento de la irrupción generalizada de la hidroelectricidad.

¹⁰². Véase Carmona (1999), Germán (1990) y García Delgado (1990). ¹⁰³. Chapa (2002). ¹⁰⁴. Aubanell (1991), Villanueva (1995) y Cayón (1997). ¹⁰⁵. Maluquer (2000), p. 103. ¹⁰⁶. Myllintaus (1991), p. 9.

3 Usos intensivos e hidroelectricidad. Los antecedentes de la electrólisis y de la termo-química en España¹

Se llama industrias de procesamiento industrial eléctrico a un buen número de manufacturas energético-intensivas a las que el empleo de la electricidad dotó de importantes economías productivas, como en algunos procesos químicos, o brindó, como en el caso de las electrolíticas, la oportunidad de obtener nuevos y ventajosos productos². Inicialmente, las explotaciones hidroeléctricas eran a pie de salto, aisladas y en corriente continua, y se extendieron rápidamente en torno al fin de siglo en Italia y Suiza, pero sobre todo en Noruega y Suecia³. A partir de 1890, se difundió un nuevo modelo de explotación hidroeléctrica intensiva, el representado por Niágara, donde una parte de la energía se transmitía en corriente alterna a larga distancia, aunque se mantuviera un importante aprovechamiento energético-intensivo a pie de salto⁴. Allí donde la hidroelectricidad se empleó intensivamente, ya fuera en localizaciones aisladas o en la senda de Niágara, la historiografía coincide en señalar que el uso del agua contribuyó decisivamente al cambio estructural de aquellas economías⁵.

Pese a la difusión de estos ejemplos desde la prensa y desde las cátedras de electrotecnia, el procesamiento hidroeléctrico intensivo progresó con dificultad en la España de antes de la guerra civil. Se abrieron, y prosperaron, fábricas que empleaban procedimientos electrolíticos y electro-térmicos, pero de menguada dimensión, y, al contrario que para sus usos urbanos, el capital extranjero apenas invirtió en estas industrias en suelo español. En el decenio de 1930, la cuota de utilización de estas aplicaciones intensivas rondaba el 8% del consumo total de electricidad y el conjunto de la química representaba aún una rama incipiente del panorama industrial español⁶.

Los estudios sobre la industria química contemporánea afirman que en la configuración de los sectores que han liderado internacionalmente este sector a lo largo del siglo XX, en particular para la industria de los colorantes artificiales, fueron decisivos dos factores: de un lado, la formación específica de capital humano; y, de otro, la protección arancelaria que facultase a esta industria para alcanzar la escala adecuada durante el período de entreguerras. La combinación de ambos con el empuje empresarial apropiado decidió el éxito de la industria química moderna muy por encima de una dotación natural favorable —recursos minerales y energéticos— o de una amplia demanda interna⁷.

Ahora bien, la historiografía eléctrica ha insistido en que los factores naturales y los industriales se conjugaron de otra manera en la expansión de algunos procesamientos electro-intensivos. En su localización inicial, el factor decisivo fue la disponibilidad de energía barata, como ha señalado Giannetti⁸, aunque Krugman haya sugerido luego que las economías de escala y de aglomeración resultaron rasgos relevantes en la evolución de estas industrias⁹. En efecto, Segreto, en sus panoramas sobre la electrificación europea, ha distinguido una etapa pionera, dominada por la electrosiderurgia del aluminio, en que cobró una importancia decisiva el aprovechamiento de recursos hidráulicos privilegiados, orientando la ubicación insólita de estas industrias; en el período de entreguerras se observa una mayor diversificación de las fuentes primarias de energía eléctrica y una contri-

1. Núria Puig ha tenido la amabilidad de leer estas páginas. Vaya mi reconocimiento por sus sugerencias. Los errores son solo míos. 2. El análisis sistemático de estas aplicaciones, en Devine (1990b). Segreto (1992a) sistematizó su introducción en Europa y Rosenberg ha insistido en que la demanda de estos nuevos productos electro-químicos creció primordialmente por efecto de su cualidad ventajosa frente a otros materiales sustitutivos. Rosenberg (1982). 3. Véase Glete (1987) y Schön (2000) para Suecia; y Hult y Nyström (1992) para el conjunto de Escandinavia. 4. Para el complejo de Niágara y sus repercusiones, véase Belfield (1981). 5. Giannetti definió el concepto de «fillera elettrica» como industrias dependientes de la explotación hidroeléctrica. Giannetti (1985 y 1992). Un intento de cuantificación de los efectos dinámicos del uso de la hidroelectricidad, en Betrán (2005). 6. Entre las industrias básicas españolas, el peso de todo el sector químico avanzó entre 1925 a 1935 de un 8,6% a un 13%. Carreras (1990), p. 36. 7. Una excelente síntesis, en Puig (1999). 8. Giannetti (1985 y 1992). 9. Krugman (1992), p. 27.

bución relevante de las economías de escala al éxito de determinadas aplicaciones electro-químicas¹⁰.

El pequeño sector electroquímico español anterior a la guerra civil no ha sido hasta ahora objeto de ningún estudio particular. El profesor Nadal ha sostenido en sus estudios sobre la industria química que el precio al que se vendía la fuerza motriz hidroeléctrica durante el primer tercio del siglo XX disuadió a los empresarios del sector de una difusión mayor de estas industrias. En el terreno de los abonos, por ejemplo, mientras que aquellos que necesitaban un consumo energético moderado, como los superfosfatos, se difundieron sin dificultad, los abonos nitrogenados tropezaron reiteradamente con el obstáculo del precio de la energía. En tanto en estos procesos fabriles predominaba la autogeneración, los costes de obtención de energía hidroeléctrica en España se presentaban como la partida decisiva de unos precios que, en la lógica de Nadal, obstruían su difusión. Más tarde, la escala a la que se debieron constreñir los tardíos intentos de los industriales químicos españoles tampoco habría favorecido, a su juicio, la difusión de estas producciones químicas¹¹.

En las investigaciones disponibles sobre Italia se señala que en los albores del siglo XX las grandes electrotécnicas internacionales prefirieron volcar sus inversiones en aquel país en la electro-siderurgia y la química, mientras que en España se ciñeron al alumbrado y los transportes urbanos. Se diría que la dotación de recursos hídricos de aquel país fue decisiva al mostrarse particularmente adecuada para estos usos, pues se explotaba con costes energéticos casi despreciables. Luego, la formación de capital humano asociado a estas tecnologías, la presencia temprana en los mercados internacionales de estos productos y una protección arancelaria celosa resultó en la participación en los carteles y en el acceso a algunas rentas de posición en estos sectores¹².

Las siguientes páginas se dedican a analizar las condiciones en que tuvo lugar la difusión de las industrias de electro-procesamiento en España. Se trata de verificar si, en la lógica de Nadal y Giannetti, el entorno físico desempeñó un papel decisivo en la composición de los costes hidroeléctricos y si, por tanto, actuó en contra de una extensión mayor de estas industrias. Finalmente, el propósito es determinar cuáles fueron las consecuencias de su escaso desarrollo sobre la evolución general del sector español de suministro eléctrico.

3.1 La química eléctrica: aplicaciones electrolíticas y electrotérmicas

A partir de 1880, el empleo de la electricidad en la ejecución de algunos procesos químicos y metalúrgicos nutrió la aparición de un sector esencial de la llamada segunda revolución industrial. Mediante aplicaciones eléctricas o bien se obtuvieron nuevos materiales sintéticos, que sustituían a materias primas naturales, o bien se iniciaron procedimientos novedosos que abarataron drásticamente antiguos métodos industriales. El uso de la electricidad se imponía en tanto eran precisas temperaturas muy elevadas, y la eficiencia energética de la electricidad en estas circunstancias es muy superior¹³. En algunos usos, como en los propios de la química orgánica, el consumo de energía era reducido; sin embargo, en otros, el volumen de consumo de energía era decisivo en el precio final del producto, entre el 30% y el 80% de su valor añadido. De este conjunto de aplicaciones electro-intensivas muy diversas, se suelen distinguir dos etapas caracterizadas por productos bien distintos. Aquel inicial, en que destacaba la obtención del aluminio; y aquel más tardío, que se distingue por el desarrollo completo del ciclo de fijación del nitrógeno y la fabricación de sus abonos derivados¹⁴.

En realidad, las utilidades químicas de la electricidad más tempranas fueron las propiamente electrolíticas, cuyo producto más conocido fue el aluminio, pero también se

10. Segreto (1992a y 1993b). 11. Nadal (1993). 12. La visión optimista sobre los efectos dinámicos de la aplicación de la electricidad a las industrias intensivas en Italia de Giannetti (1992) contrasta con la de Bardini y Hertner (1992), particularmente escépticos. 13. Devine (1990b), p. 85. 14. Aquí sigo a Landes (1979), p. 304; Derry y Williams (1986), pp. 801-808, y Devine (1990b).

efectuaba electrólisis del agua para la obtención de hidrógeno y oxígeno, gases que se emplean como primeras materias en diferentes procesos químicos; cloruros alcalinos —de los que se obtiene cloro y sosa, con variadas aplicaciones industriales, y los cloratos—, metales electrolíticos —como magnesio, litio y calcio—; y galvanoplastia, como el niquelado y el cromado. Los procesos electrolíticos consisten en una modificación de la estructura de la materia gracias a la actuación directa de la energía eléctrica. Esta, en forma de corriente continua, se hace pasar por un líquido llamado electrolito, en el que se sumergen los electrodos para establecer el circuito¹⁵.

Para las empresas suministradoras de energía eléctrica estas aplicaciones electrolíticas constituían la carga más atractiva, por elevada y sostenida, aunque sus consumos varían. Entre los altamente consumidores destacaban el calcio, que precisaba 50.000 kWh por TM, y el aluminio, que necesitaba al menos 30.000 kWh-40.000 kWh. Sin embargo, la obtención de cloro exigía un consumo en torno a los 4.000 kWh-4.500 kWh, aunque al tiempo se obtuvieran más de 1 TM de sosa cáustica¹⁶. Estos consumos indicaban que al menos entre el 15% y el 40% del valor final del producto correspondía al coste energético. En consecuencia, estas industrias eran extremadamente sensibles al coste de la energía eléctrica. Además, y como cualquier otra industria, las electrolíticas preferían la regularidad en el suministro eléctrico —24 horas y 365 días de abastecimiento continuado—, aunque la enorme cantidad de energía demandada llevase a estas industrias a adaptarse ocasionalmente a otras condiciones. Técnicamente, era posible regular la potencia eléctrica absorbida en casi todos los procesos electrolíticos, incluso en algunos de ellos la paralización total de la fábrica electrolítica, pero desde el punto de vista económico solo eran permisibles las paradas cortas y frecuentes. Esto era así por dos razones. La principal era el elevado valor de la inversión en la instalación receptora del suministro. La secundaria resultaba del importante aumento del consumo específico por unidad de producto tras la parada prolongada de una fábrica. Por tanto, los procesos electrolíticos se suministraban preferentemente sin más interrupción que las exigidas por averías y reparaciones del sistema¹⁷.

Los procesos electrolíticos se asociaron desde sus primeros pasos a la hidroelectricidad aprovechada in situ, a pie de salto, donde se localizaba la fábrica, pues la corriente continua es costosa de transportar a corta distancia e imposible en los largos recorridos. Los saltos hidráulicos escogidos eran aquellos de gran potencia, de flujo regular y que presentaban escasos costes de acondicionamiento para su explotación. Solo allí se obtenían costes energéticos que se compadecían con consumos tan elevados. Lamentablemente, estas localizaciones no abundaban, y, una vez agotados estos emplazamientos, la continuidad total del suministro solo pudo garantizarse con su conexión a red o la utilización de saltos de flujo discontinuo, regularizado mediante embalse¹⁸. El precio del fluido obtenido por estos medios resultaba a menudo demasiado elevado para que el producto final resultara competitivo en los mercados internacionales. Por tanto, se ingeniaron fórmulas de suministro para estos consumos electrolíticos que incluyeran breves aunque frecuentes variaciones de la potencia o breves interrupciones, pactadas previamente, durante las estaciones y las horas de mayor consumo para otras aplicaciones: los meses de aguas bajas en los tiempos de mayor consumo de alumbrado, por ejemplo. El proceso electrolítico solo se ralentizaba, pero no se suspendía, aminorándose los efectos de la interrupción. La conveniencia de estas oscilaciones del suministro para la empresa distribuidora de electricidad gravitaba sobre la existencia de puntas de carga —otras manufacturas— a las que aplicar precios elevados, compensando así las bajas tarifas que necesariamente

15. Era precisa la utilización de corriente continua para la obtención de aluminio, cloratos, alcalis, sodio metálico y el refinado del cobre. Segreto (1992a), p. 734. 16. Errandonea (1941), p. 99. 17. Devine (1990b), p. 83. 18. Con todo, estas dos alternativas resultaban costosas: aunque la elevada capitalización de las instalaciones receptoras actuaba a favor de garantizar el flujo eléctrico por cualquier medio, este efecto se contrarrestaba en los procesos más altamente consumidores de energía.

demandaban las fabricaciones electrolíticas. Este fue el modelo desarrollado entre Niágara y Búfalo¹⁹.

El otro grupo de las aplicaciones químicas de la electricidad cuyo uso intensivo triunfó durante el primer tercio del siglo XX fueron las llamadas aplicaciones electrotérmicas. Estas se llevaban a cabo en hornos conectados a red en corriente alterna, ya fuera monofásica o trifásica, y se podían ubicar a distancia de la central eléctrica. Entre ellas, destacaba la obtención de acero en hornos eléctricos, la producción de carburo de calcio, las ferro-aleaciones —ferro-silicio y ferro-manganeso—, el carburo de silicio y los nitratos. Sus necesidades energéticas eran variables, pero a menudo menores que en los procesos electrolíticos. En el caso del carburo de calcio, estas rondaban los 3.000 kWh por TM de producto, lo que suponía que la factura energética no superaba el 15% del valor total del producto, pero en las ferro-aleaciones podían elevarse a 13.000 kWh por TM de producto final.

Para el suministrador de energía, el procesamiento electrotérmico representaba una carga con bruscas variaciones de la potencia demandada y la adaptación de la carga a las oscilaciones de una red de distribución era prácticamente imposible, si se exceptuaban los hornos de gran potencia. A cambio, el menor peso del coste energético sobre el coste total no impedía la utilización de energía proveniente de embalses reguladores o de redes de interconexión, en tanto emplearan electricidad en corriente alterna. En estas circunstancias, algunos consumos electrotérmicos se adecuaron muy bien a la energía barata de los llamados suministros estacionales. Estos aprovechaban energías excedentes o de vertedero, por ejemplo, cuando el nivel de aguas de un embalse estaba por encima del aconsejable para almacenamiento y las aguas habían de ser necesariamente vertidas. Estos flujos, cuyo coste marginal se considera prácticamente nulo, han alimentado tradicionalmente los procesos electro-térmicos, al soportar mejor que los procesos puramente electrolíticos suspensiones del suministro largas y poco frecuentes. De un lado, las instalaciones receptoras representaban inversiones menos cuantiosas y, de otro, el quebranto en el equipo productor por la interrupción total del suministro resultaba menor. Por ejemplo, el período de puesta en marcha de los hornos de carburo de calcio era relativamente corto y se alcanzaba el pleno rendimiento en períodos de tan solo 15 días.

Por lo demás, algunas importantes producciones químicas como los superfosfatos también utilizaban energía eléctrica, pero de manera no tan intensiva. Los superfosfatos empleaban la electricidad como otra industria cualquiera que contara con motores eléctricos y la utilización de la energía superaba apenas el 5% del valor final del producto²⁰.

En definitiva, durante el primer tercio del siglo XX, la química eléctrica y la electrosiderurgia consistían en una variedad de aplicaciones eléctricas desde las prácticamente manufactureras a usos verdaderamente intensivos. Cuanto mayor era la inversión en equipo de las instalaciones receptoras, y mayor era la necesidad de la continuidad del servicio y la intensidad del consumo energético, más decisivo fue el empleo de hidroelectricidad in situ y el coste de la energía eléctrica actuó como barrera más eficaz de entrada a estas industrias.

3.2 *Los procesos electrolíticos: aluminio y cloratos*

El aluminio fue un uso temprano que quedó técnicamente definido entre 1886 y 1889²¹. El procedimiento era muy intensivo en consumo eléctrico y solo prosperó originariamente allí donde se obtenían los costes eléctricos menores: en centrales hidráulicas privilegiadas. En esas ubicaciones se atendieron solo secundariamente otras consideraciones, tales como la abundancia de materia prima, las potencialidades de la demanda doméstica o la disponibilidad de capital autóctono²². Y esos costes ventajosos obedecían a una combinación apropiada

19. Belfield (1981). 20. Aunque la localización de estas industrias en el entorno de Niágara dé razón de la importancia del precio de la energía. Devine (1990b), p. 88. 21. La obtención del aluminio mediante electrólisis, primera noticia, Suelto (1885), *La Electricidad*, p. 202. Minet (1894), p. 97. 22. Algunas notas sobre su ubicación, en Georges (1952).

m de TM

	1913		1925		1929		1935	
	PRODUCCIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	CONSUMO	PRODUCCIÓN	CONSUMO
Francia	13,5	6,0	18,4	19,0	29,1	27,0	22,0	17,0
Italia	0,9	1,0	1,9	8,4	7,4	8,0	14,0	11,0
Alemania	0,8	18,0	27,2	32,6	32,7	35,0	71,0	70,0
Gran Bretaña	7,6	5,0	9,7	16,1	8,1	27,0	15,0	29,0
Noruega (a)	1,5	--	21,3	--	29,1	--	15,0	--
Canadá	5,9	1,0	12,2	s.d.	38,6	s.d.	18,0	5,0

FUENTE: Mitchell (1975) para la producción, y para el consumo y la producción de Canadá, Suelto (1936), *Revue Générale de l'électricité*, 2.º semestre, 20 B.

a. El consumo de Noruega, irrelevante.

da de tecnología, que antes de fin de siglo atravesó fronteras sin dificultades, de una inversión discreta, pues los aprovechamientos no eran de gran tamaño, y, más en concreto, de los recursos hidráulicos apropiados. Estos últimos debían garantizar que las condiciones técnicas de la producción fueran las idóneas: escasos costes de instalación, junto con una potencia elevada y estable del salto. De esta manera, se lograba tanto la regularidad del suministro de electricidad en corriente continua como un coste de la energía eléctrica que lograba hacer competitivo el producto final, incluso con fabricaciones a pequeña escala²³.

Noruega y Canadá constituyen ejemplos significativos de países productores del mercado mundial de aluminio que se configuró en aquellos años. En 1913 (véase cuadro 3.1), los grandes productores europeos eran Francia y Gran Bretaña, que cubrían sus necesidades y aún disponían de parte de su producción para la exportación. Francia contaba con una buena dotación de recursos para la producción eléctrica —tanto de carbón como de agua—, pero, además, era la primera productora mundial de bauxita, primera materia de la alúmina a la que se sometía a electrólisis para la obtención de aluminio. Ahora bien, tras la Gran Guerra se observan grandes cambios: la producción francesa sigue creciendo al ritmo de su consumo, pero no así Gran Bretaña, que pasa a ser importadora de este producto. La mejora en el rendimiento del carbón para uso eléctrico en los años veinte permite también a Alemania acercar su producción a su consumo, que crece a marchas forzadas²⁴. Y, sobre todo, se desarrolla bruscamente la producción en los países hidroeléctricos: Italia más modestamente, pero en Noruega y en Canadá la producción para la exportación da alcance, y sobrepasa en el caso canadiense, a la francesa, donde se obtenía más del 30% de la cantidad de bauxita disponible anualmente en el mundo. En efecto, entre 1927 y 1935 Francia exportó más de la mitad de su producción de primera materia²⁵. Noruega y Canadá, a su vez, importaban la bauxita de la propia Francia, de Hungría, de la entonces Yugoslavia y de la Guyana Británica²⁶. En 1935, como se desprende del cuadro 3.1, la crisis de 1929 afectó diferencialmente más a Canadá y Noruega, dependientes de la demanda internacional del producto.

La ventaja de Noruega, y también de Canadá, para la electrólisis consistía en conjugar en su territorio alturas elevadas con caudales regulares, de régimen nival. Ambas caracte-

23. Devine (1990b), p. 77, y Vidal Burdils (1941) y Giannetti (1992). 24. Así, mientras que en 1913 el carbón preciso para la obtención de 1 kwh se estimaba en 3,5 libras, en 1939 era necesaria, tan solo, una libra de carbón. Landes (1979), p. 350. 25. «El MERCADO mundial de Aluminio» (1936), *Bulletin Revue Générale de L'Electricité*, 2.º semestre, p. 20 B. 26. Suelto (1928), *Revue Générale de L'Electricité* (22.12.1928), p. 194 B.

PRODUCTO	TM
Nitrato de calcio	291.702
Cianamidas	14.409
Ferro-silicio	27.061
Ferro-cromo	4.856
Ferro-manganeso	32.029
Carburo de calcio	23.893
Nitrato de sodio	18.658
Aluminio	24.351
Zinc	45.398
Níquel	2.286

FUENTE: «La production et la distribution de l'énergie électrique en Norvège pendant l'année 1932», *Bulletin Revue Générale de L'Electricité*, vol. XXXV, n.º 12, p. 89B, 24 de marzo de 1934.

rísticas procuraban costes de acondicionamiento limitados, junto a costes de explotación despreciables. Ni siquiera sus vecinas, Suecia y Finlandia, disfrutaban de una dotación natural semejante, pues la abundancia de agua no se combinaba allí con un perfil altimétrico similar²⁷. Noruega, que se convertiría precozmente en una de las principales potencias exportadoras de estos productos, mantenía en torno a 1929 incluso un régimen de cuasi-monopolio sobre algunos de ellos, en particular el nitrato de calcio, con patente propia muy intensiva en consumo eléctrico. Con una potencia instalada de más de 1.750.000 kW, más de 700.000 de los kW disponibles se empleaban en la electroquímica. Y, como se ve reflejado en el cuadro 3.2, en torno a 1930, mantenía un amplio abanico de producciones intensivas, entre las que destacaba el nitrato de calcio.

Asimismo, en Canadá y durante los años de entreguerras, se obtuvieron óptimos resultados con industrias electrolíticas conectadas a redes con cargas muy elevadas que en los meses de aguas bajas, de otoño e invierno, interrumpían brevemente el suministro a estas industrias durante unas cuantas horas al día, las de mayor demanda en la red. Esto era posible debido a que los costes totales medios del kWh eran siempre bajos, existía una aglomeración inicial importante de industrias hidro-dependientes, que mantenía cargas elevadas y regulares, y los procesos electrolíticos admitían regulaciones breves y frecuentes de la carga²⁸.

La disponibilidad de recursos apropiados para los empleos electrolíticos en la Península Ibérica era pequeña. Donde predomina el régimen pluvial de las corrientes de agua y se observa irregularidad de los ríos en sus cursos altos, junto a la competencia con otros usos en los cursos medios, se puede afirmar la escasa aptitud del suelo para estos usos. La producción española de aluminio en 1935 fue aproximadamente de 1.200 TM, lo que suponía un 1% del total de la producción europea²⁹. Esta producción consumía unos 33 millones de kWh, esto es, un 15% de los consumos intensivos españoles, según los cálculos de Errandonea reproducidos en el cuadro 3.3. Aluminio Español, SA, ligada al grupo francés Pechiney, era

27. Toda vez que se ha de notar que la demanda autóctona no constituyó, sin embargo, un factor completamente despreciable. Véase, al respecto, Glete (1987) para el caso sueco, y, como ejemplo contrario, Myllintaus (1993) para el finlandés, donde una escasa y dispersa demanda autóctona determinó un notable retraso respecto a sus vecinos escandinavos. 28. Suelto (1925), «L'électrification de la province d'Ontario...», *Revue Générale de l'électricité*, p. 153. Armstrong y Nelles (1986), p. 311, y Bustelo (1941), p. 116. 29. Suelto (1936), *Revue Générale de l'électricité*, segundo semestre, 27B.

PRODUCTO	CONSUMO EN MWh
Carburo de cal	90.000
Aceros	55.000
Aluminio	33.000
Nitrogenados y cloratos	50.000
TOTAL	228.000

FUENTE: Errandonea (1935a), p. 6.

desde 1925 la entidad encargada de su fabricación en Sabiñánigo. Para la obtención del aluminio se importaban las alúminas y se empleaba la energía sobrante de Energías e Industrias Aragonesas, SA (EIASA), establecida en la localidad desde 1918 y que producía principalmente cloratos, para su uso en explosivos. EIASA aprovechaba saltos en Biescas que garantizaban la regularidad del caudal debido al régimen nival de las corrientes pirenaicas, que contaban, además, con fuertes pendientes que aseguraban potencias elevadas (más de 15.000 kW en 1935)³⁰. La simbiosis entre ambas producciones, y otras termo-eléctricas en la privilegiada localización de Sabiñánigo, permitía esta singular producción en suelo español.

Con todo, Aluminio Español se especializó en lingotillo, bloque de aluminio de unos 3 kg. A efectos de su uso por la maquinaria de las empresas españolas —sitas en Lejona, en Linares y en Córdoba—, que transformaban el aluminio en láminas, para papel o para utensilios de cocina, el lingotillo debía sufrir una fundición previa, encareciendo notablemente su uso³¹.

Como queda dicho, desde 1921 EIASA se dedicaba principalmente a la producción de clorato de sosa, aunque también de potasa, por procedimiento electrolítico. EIASA se había fundado por la conjunción de capital francés y catalán de la Compañía Catalana de Productos Químicos, y se había hecho con las concesiones en manos de Aguas de Pantico-sa, cuyos propietarios estaban en posesión de diversos permisos en la cuenca del Gállego y aledaños³². Inicialmente se constituyó al objeto de producir cloratos y ferro-manganeso, pero la obtención de este último se abandonó en fecha tan temprana como 1922. Hay que recordar que las ferro-aleaciones eran extremadamente intensivas en el uso de energía. Desde 1923 comenzó una modesta producción de abono nitrogenado y de sulfato amónico, aparte de ácido sulfúrico y de amoníaco sintético³³. Además de la venta de electricidad a Aluminio Español, desde 1926 vendía parte de su producción para la obtención de cloratos por parte de Unión Española de Explosivos en Aurín.

Los cloratos se empleaban en la fabricación de diversos tipos de explosivos y sus consumos de electricidad eran relativamente elevados —7.200 kWh-7.500 kWh/TM el clorato sódico y alrededor de 6.000 kWh/r TM el potásico³⁴—, pero con seguridad su producción combinaba mejor con un procedimiento termo-químico como el sulfato amónico, que no con otro electrolítico como el ferro-manganeso. En conjunto, EIASA consumía en 1935 alrededor de 50 MWh de energía eléctrica, tanto para cloratos como para sulfato amónico³⁵. Atravesó dificultades hasta 1928, pero, al cabo, lo adecuado de la combinación de procedimientos allí

30. La compañía estaba participada desde 1927 por el Banco Urquijo. Germán (1990), p. 53. 31. A partir de 1930, Aluminio Español solicitó, y le fue concedida, una importante subida del Arancel que encareció las importaciones de aluminio en el lingote —40 a 50 kg— en un período de importante caída de su precio en los mercados internacionales. S. A. San Gonzalo (s.f.), pp. 5-7. 32. Germán (1990), p. 51. 33. Nadal (1993), p. 159. 34. Errandonea (1941), p. 99. 35. Los consumos de energía proceden de Errandonea (1935a), p. 6.

conseguida, máxime cuando sus productos finales alcanzaban en el mercado precios elevados, redimió a la compañía de costes energéticos ocasionalmente desfavorables³⁶.

La electrólisis cloroalcalina para la obtención de cloruro de calcio es menos exigente que las anteriores. Desde 1894 se difundió un procedimiento electrolítico alemán, que apenas empleaba unos 2.000 kWh por TM, si se descuenta la energía precisa para la simultánea obtención de sosa cáustica, otros 2.000-2.500 kWh³⁷. Por lo demás, el cloro contaba con la demanda industrial de la industria algodonera catalana, que lo empleaba como blanqueador, lo que despertó tempranamente diversas iniciativas. La más importante fue la que impulsó Siemens-Schuckert en 1897 con la fundación de la Electroquímica de Flix³⁸. Se localizó en una zona de caudales previsiblemente continuados, al pie de la central en el propio Ebro, cerca de Mequinzena, aunque sin sospechar las numerosas avenidas que sufriría el río en los años siguientes³⁹. La zona no solo estaba también bien comunicada, sino que además disponía en sus cercanías de depósitos imprescindibles de primeras materias para el desarrollo del proceso electrolítico. Pese a que sus inicios fueron difíciles, pues no dio comienzo su actividad hasta 1904, en 1907 repartió la sociedad los primeros dividendos, aunque sufriera también aquel mismo año una importante crecida del Ebro que a punto estuvo de acabar con las instalaciones de la compañía⁴⁰. En los años siguientes, el cloruro de Flix conquistaría los mercados españoles, sustituyendo ya en el primer decenio de siglo a las importaciones del exterior⁴¹. Igualmente, otras empresas se establecerían en la cornisa cantábrica para la obtención de sosa cáustica: Eléctrica de Besaya en Santander⁴² y una fábrica en Gijón⁴³, de manera que entre todas se proveía suficientemente el mercado español de estos productos⁴⁴: en 1935, la sosa obtenida en España —por diversos procedimientos— alcanzaba las 37.000 toneladas, mientras que el cloruro de calcio de Flix no lograba sumar las 7.500 toneladas⁴⁵.

Al cabo, la electrólisis encontró en la España del primer tercio del siglo XX facilidades para el procedimiento menos exigente en consumo eléctrico, el correspondiente al cloro y la sosa, y serias dificultades para las iniciativas envueltas en la producción de aluminio y de cloratos, solventes solo a muy pequeña escala. El ejemplo de Sabiñánigo redonda en estas afirmaciones: triunfó gracias a una privilegiada ubicación, singular en territorio español, que se vino a conjugar con una sabia mezcla de producciones intensivas, que alcanzaban en los mercados precios elevados, protegidas convenientemente, en algunos casos, de la competencia exterior.

3.3 La termoquímica eléctrica en España

Las aplicaciones termoquímicas eran aquellas caracterizadas por un peso relativamente menor de los costes energéticos en su valor final, cuyos equipos admitían paradas de larga duración y eran flexibles en su localización, al poder emplearse electricidad en corriente alterna. Con todo, en la Europa hidráulica la geografía condicionó el aprovechamiento termoquímico en los primeros decenios del siglo XX, pero en localizaciones menos insólitas. Se desarrolló en su totalidad el «modelo Niágara», donde las ventajas de la energía abundante se sumaron a las tradicionales de la escala en la producción y las economías de aglomeración. Antes de la guerra civil, se obtenían en España tres productos de este tipo: aceros, abonos nitrogenados y, sobre todo, carburo de calcio.

En la producción de acero se consumían en 1935 en España 55.000 MWh⁴⁶. El consumo era de unos 7.000 kWh por TM⁴⁷, de manera que se producía por media algo más de

36. «[Las industrias intensivas existentes] se refieren a artículos de precio elevado, sobre el que la influencia del precio de la energía eléctrica es menor», *Notas...* (1927), p. 115. 37. Errandonea (1941), p. 99; Devine (1990b), p. 84. 38. Sobre Flix se acumula una ingente literatura; véase Sánchez Cervelló y Visa Ribera (1994), Muñoz Hernández (1994) y Muñoz y Hierro (1997), pp. 13-23. 39. *Historia* (1966), pp. 9-14. 40. *Historia* (1966), p. 41. 41. Nadal (1993), p. 163. 42. Mestres Borrell (1919), p. 510. 43. Nadal (1993), p. 163. 44. La fábrica más importante de sosa era la Solvay de Torrelavega, que seguía un procedimiento que difería del electrolítico y en el que primaba la obtención de sosa. Toca (2005). 45. La sosa, en Nadal et alii (2003), cuadro II.5.2.1, e *Historia...* (1966). 46. Errandonea (1935a), p. 6. 47. Errandonea (1941), p. 99.

PAÍS	NÚMERO FÁBRICAS	HORNOS
Alemania	16	30
Francia	12	27
Italia	4	12
Austria-Hungría	9	10
EEUU	8	10
Inglaterra	5	7
Suecia	3	4
Bélgica	3	3
México	2	3
Canadá	1	3
Noruega	2	2
Rusia	2	2
Suiza	2	2
Brasil	1	1
España	1	1

FUENTE: Suelto (1913), *La houille blanche*, p. 138.

7.899 TM de acero eléctrico en vísperas de la guerra civil⁴⁸. En Araya, Álava, se localizaba la fábrica más antigua, que contaba con una central eléctrica propia y con un horno Kjellin para la producción de 4 TM de acero diarias⁴⁹.

Poco antes de la Primera Guerra Mundial, la Estadística Minera ya señala la presencia de dos hornos eléctricos en España, los dos en Álava, aunque la fuente internacional que muestra el cuadro 3.4 señale solo uno. En todo caso, muy lejos aún de las grandes siderurgias europeas, pero también de Italia, que trató de suplir su carencia en la siderurgia básica mediante la siderurgia eléctrica. El resto del cuadro 3.4 permite ver, no obstante, que la adopción de electricidad por esta industria siguió la ubicación de la siderurgia tradicional, por cuanto añadía un reseñable ahorro en combustible de los hornos y permitía la obtención de aceros especiales, como los que pronto se consiguieron en Vizcaya, en la S. A. Echevarría⁵⁰.

En 1929, 17 fábricas contaban en España con hornos eléctricos para la producción de acero, localizadas todas en la cordillera cantábrica, con la excepción de las 4 de Barcelona⁵¹. Con todo, la producción de esta siderurgia eléctrica fue disminuyendo su peso en el total de la producción de acero español durante el período de entreguerras: mientras que, entre 1921 y 1925, las más de 15.000 toneladas de acero eléctrico sumaban el 3% de la producción total de acero, entre 1926 y 1930 una producción eléctrica solo algo mayor alcanzaba el 1,27% del acero español, para bajar en el quinquenio de 1931-1935 a algo más de 6.000 toneladas y cubrir un escaso 1% del total del acero producido en el país. Según Betrán, mientras las industrias de transformados metálicos y del cemento —manufacturas al fin y al cabo— se electrificaban con facilidad en los primeros decenios del siglo, la siderurgia eléctrica, específicamente aquella que empleaba hornos eléctricos, que absorbían grandes cantidades de energía para la producción de aceros especiales, topaba con dos frenos a su difusión: una localización tradicional cercana a áreas carboneras y unos costes muy elevados de sustitución

48. La media entre 1931 y 1935 fue de 6.202 TM, lo que suponía algo más del 1% de todo el acero producido en territorio español. Nadal et álil (2003), p. 150. 49. Suelto (1907), *La Energía eléctrica*, p. 16. 50. Notas... (1927), p. 115. 51. Según la Estadística Minera, recogida en Nadal et álil (2003), p. 140.

m de TM					
PRODUCTO	1913	1920	1926	1929	1932
N chileno	2.772	2.526	2.017	3.165	694
N noruego	81	218	211	211	352
N cálcico	73	190	180	170	297
N sódico	8	28	31	38	55
Sulf. amónico	1.363	2.930	2.990	4.420	4.000
Cianamida	171	350	985	1.147	810
TOTAL	4.468	6.242	7.334	9.151	6.308

FUENTE: Errandonea (1936), p. 219.

de los equipos, que eran más gravosos en tiempo de crisis⁵². A estos factores, los contemporáneos añadían el precio de la electricidad, incluida la hidroeléctrica⁵³.

La fijación del nitrógeno atmosférico para la obtención de nitratos artificiales para abono agrario constituyó un proceso tardío pero feliz que topó con una demanda creciente e insatisfecha en toda Europa. Los procedimientos habían comenzado a desarrollarse a finales del siglo XIX en Noruega, con la obtención de nitrato cálcico por arco eléctrico. Siguió luego el método de la cianamida cálcica, que se obtenía a partir de carburo de calcio combinado con nitrógeno obtenido de la licuefacción del aire, y, por último, el proceso Haber-Bosch, que consistía en la obtención de sulfato amónico, y que desarrolló la BASF a partir de 1913 en Alemania. De los tres procedimientos para la fijación del nitrógeno, el más económico era el último, la síntesis del amoníaco: la proporción de nitrógeno era la misma que en la cianamida, en torno al 20%, mientras que en el nitrato de calcio no superaba el 13%; sin embargo, la temperatura a la que había que elevar los hornos era tan solo de 500°, una quinta parte del calor necesario para el procedimiento por arco y la mitad que para la cianamida. En cuanto a sus primeras materias: la tonelada de nitrógeno exigía unas 64 TM de carbón mediante arco eléctrico, 12,7 por cianamida y en torno a 7 en la síntesis del amoníaco⁵⁴.

El proceso del sulfato amónico alemán no estuvo disponible hasta una vez terminada la I Guerra Mundial, en tanto el amoníaco resultaba imprescindible para la fabricación de explosivos militares. Durante la Gran Guerra, tanto en Reino Unido, como en Estados Unidos, Francia e Italia, los Gobiernos y algunas empresas invirtieron grandes sumas en la búsqueda de patentes alternativas que, pese a no alcanzar un gran éxito, establecieron las bases de lo que sería la producción de posguerra: se adquirieron las patentes por parte de estos países, se contó con el asesoramiento alemán y se protegieron mercados propios y coloniales. Pese a estos esfuerzos, en vísperas de la crisis del 1929 un 60% del sulfato amónico sintético seguía teniendo origen alemán, lo que originó grandes luchas comerciales y una drástica caída de los precios en los primeros años treinta⁵⁵.

Aun resultando más asequible, la obtención de sulfato amónico era un procesamiento eléctrico de consumo muy intensivo —entre 17.000 y 19.000 kWh la TM—, que, sin embargo, podía aprovechar energías de vertedero. Por tanto, su relativa flexibilidad técnica, su amplia demanda agraria y su carácter de producto estratégico lo convirtieron en el centro del interés político del aprovechamiento hidroeléctrico intensivo anterior a la II Guerra Mundial. Así se puede interpretar el cuadro 3.5.

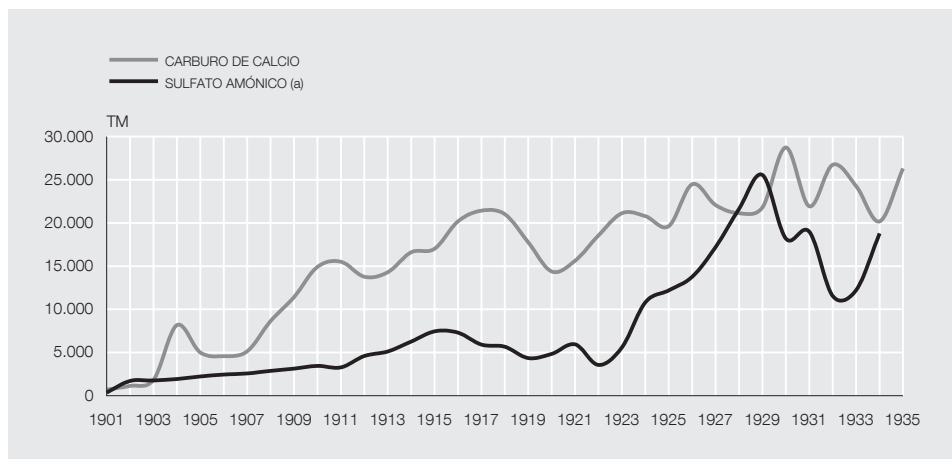
52. Betrán (1997), p. 142. 53. Romero Ortiz (1920), p. 570. 54. Errandonea (1936), p. 218. Mayorga y Serrano (1928), p. 38. Nadal (1993), pp. 158. 55. Bustelo (1957), pp. 23-27, y Nadal (1993), pp. 155 y 156.

La trayectoria de los abonos nitrogenados en España fue dilatada, pero muy azarosa. Los primeros intentos para su fabricación en suelo español habían sido anteriores a la I Guerra Mundial: Luis Sánchez Cuervo encabezó una delegación que, a instancias del Banco de Castilla, viajó a Noruega para conocer in situ el procedimiento de arco y probar su instalación en España. Ese mismo año se constituyó en Madrid la Sociedad Ibérica del Azo. Esta sociedad se establecería inicialmente en Lérida, suscribiendo un contrato con Riegos y Fuerzas del Ebro por el que esta última se comprometería a suministrar 25.000 caballos constantes a un precio algo mayor de medio céntimo de peseta a partir de su inauguración en 1915. Se estimaba que, en esas condiciones, los precios de venta de los nitratos serían competitivos con el nitrato de Chile. Las circunstancias de la Gran Guerra, que elevaron drásticamente la demanda de «La Canadiense» en Cataluña, convirtieron este contrato en ruinoso para la productora, que lo rescató, cancelándose definitivamente el proyecto de la Sociedad Ibérica del Azo⁵⁶. Igualmente se frustró un intento de la Sociedad Española de Carburos Metálicos de aprovechar su excedente de producción de carburo de calcio para su conversión en calcioamida. La Sociedad Ibérica de Productos Nitrogenados, que así se llamó la sociedad que en 1904 fundaran a este fin, no logró hacer rentable en España un producto sometido a un doble proceso intensivo en energía. Otra iniciativa, la Vasco-Valenciana, que se constituyó en 1914, no trascendió la fase del proyecto⁵⁷.

Solo dos iniciativas prosperaron, pero con producciones exiguas; una fue la de EIASA, en Sabiñánigo, que desde 1923 diversificó su producción electrolítica y aprovechó sus energías sobrantes en la producción de ácido sulfúrico, pero también de amoniaco sintético y sulfato amónico⁵⁸. Su producción no se consolidaría hasta 1928, pero desde entonces se convirtió en el primer productor español de este producto durante casi 20 años⁵⁹. La otra iniciativa correspondió a algunos de los promotores de Ibérica del Azo, que, con el apoyo financiero de diversos bancos —Castilla, Urquijo, Arnús, Español de Crédito, Santander y la Sociedad Arnús-Garí—, se dispusieron en 1923 a constituir la Sociedad Ibérica del Nitrógeno, con la intención de aprovechar los gases de las baterías de hornos de coque de la Duro-Felguera en Asturias⁶⁰. La fábrica asturiana de Vega (Langreo) contaba además con el apoyo y la colaboración técnica de dos sociedades francesas concesionarias de la patente Claude, que constituía una variante del procedimiento Haber. La compañía comenzó su producción en 1925, pero desde 1930 entró en una etapa crítica a causa de conflictos sociales y de la competencia exterior⁶¹.

En 1935, se obtenían unas 20.000 toneladas aproximadamente de compuestos nitrogenados en España. Las partidas principales se repartían entre estas dos empresas, aunque también cobraron importancia los subproductos de algunas fábricas siderúrgicas o de tratamiento de gas —cuya producción en 1933 sobrepasaba las 5.600 TM—⁶². Con todo, las necesidades de fertilizantes de la agricultura española, bien servida de superfosfatos, seguían siendo crecientes, y en el mismo 1935 se importaban casi 635.000 TM de compuestos nitrogenados, ya fueran naturales o sintéticos⁶³. Esta situación constituía una preocupación importante para la Administración, que, durante la dictadura primorriverista y el primer bienio republicano, intentó la intervención de estos productos. En 1927, la IG Farben envió una comisión a Alemania a fin de desarrollar esta industria en España⁶⁴. A la comisión se unieron dos artilleros, Serrano y Mayorga, en representación del Consejo de Economía Nacional. En el informe que presentaron a su vuelta aconsejaron al Gobierno que protegiera esta industria mediante

56. Bustelo (1957), p. 31. 57. El mismo autor señala que hubo otras iniciativas en Albacete —por procedimiento noruego—, en Valencia, en Barcelona y en Navarra. Bustelo (1957), p. 31. 58. Germán (1990), p. 53. 59. Nadal (1993), p. 159. 60. Se habían llevado a cabo previamente ensayos de importancia en Flix. Bustelo (1957), p. 32. 61. Nadal (1993), p. 160. 62. Con fábricas en Asturias, Cantabria, Córdoba, Ciudad Real, Barcelona, Guipúzcoa, Madrid y Vizcaya. Nadal et alii (2003), cuadro II.5.2.11. Un panorama por extenso de proyectos y realizaciones, en Mayorga y Serrano (1928), pp. 108-110. 63. Sobre el crecimiento de su consumo, véase Gallego (1986), p. 219, y Simpson (1997), p. 158. 64. Mayorga y Serrano (1928), pp. 5-7.



FUENTE: Nadal et álil (2003), cuadro II.5.2.1 y cuadro II.5.2.8.

a. En el sulfato amónico no está representada la fábrica de Langreo.

primas y arancel⁶⁵. El Real Decreto-Ley de 12 de septiembre de 1928⁶⁶ creó en el Consejo una Comisión Mixta del Nitrógeno; su función fue heredada durante la II República por El Consejo Ordenador de la Economía Nacional, que estableció en su seno en noviembre de 1932 una Comisión para la nacionalización de abonos nitrogenados. En mayo de 1933 se constituyó el Instituto del Nitrógeno, que pretendía conciliar los intereses de agricultores e industriales y atender a las exigencias de la defensa nacional, en tanto el nitrógeno se había convertido en materia prima imprescindible en la fabricación de explosivos⁶⁷. Mientras, los precios internacionales del sulfato amónico se habían derrumbado y la protesta agrarista llevó a la disolución de la Comisión Mixta del Nitrógeno nada más acceder al poder la coalición Radical-Cedista⁶⁸.

Ese mismo año, 1933, se había instalado el primer grupo de Saltos del Duero en Zamora⁶⁹. Por su magnitud, ella sola proporcionaría, tras su puesta en marcha, un tercio de la oferta total de la energía eléctrica evacuada en las redes españolas. De la central del Esla se obtendría energía abundante, regular y con precios a demanda, pues, según Errandonea:

«En el momento presente cualquiera que sea el precio de kWh ha de producir beneficio, pues de no emplearse esta energía se pierde sin beneficio alguno»⁷⁰.

Saltos del Duero intentó un aprovechamiento intensivo de su primer establecimiento con la constitución, en 1932 —escriturada en 1933—, de la Sociedad Eléctro-Química Hispana (SQHIS), en la que participaba junto a la General Electric y la Hydro-Nitro noruega, y a la que se unirían la Imperial Chemical Industries y la Unión Española de Explosivos. Se perseguía la obtención mediante arco de nitrato cálcico en Valladolid, hasta donde se tendería una línea desde Esla. Pese a la disponibilidad de energía, se esperaba adquirir antes una posición favorable frente a otros grupos extranjeros cuando el Estado otorgara la protección solicitada a esta industria nacional. La oposición de las Cámaras Agrícolas y el estallido de la guerra desbarataron el proyecto, que se suspendió, inicialmente hasta 1940, en que la industria se de-

65. Mayorga y Serrano (1928), pp. 83 y 106. 66. *Gaceta* del 16 de septiembre. 67. Según el artículo 12 del decreto que lo constituye, se tomarán como base los precios interiores de Alemania, Italia y Francia, multiplicados por el coeficiente 1,25. Velarde (1991), p. 224. 68. Según Decreto de 25 de octubre de 1935, *Gaceta* del 27 de octubre. La protección al nitrato se limita desde marzo de 1934 a una declaración contra el *dumping*. Miguel (1935), pp. 261 y 262. 69. Díaz Morlán (2006a). 70. Errandonea (1935b), p. 210.

claró de interés nacional, para luego variar hacia la obtención de nitrato cálcico y ponerse en marcha en 1950⁷¹.

Errandonea había calculado en 1935 que el coste de instalación de un nuevo establecimiento para el procesamiento de abonos nitrogenados —de unas 40 TM al día— sería de unos 56 millones de Pts. de 1935, y el consumo en torno a los 210 millones de kWh anuales, a unos 2,5-3 céntimos de Pts. el kWh⁷². El derrumbe de los precios internacionales de nitratos naturales y sintéticos durante la Gran Depresión convirtió este propósito en quimérico. Además de la disputa entre los fabricantes europeos y los exportadores chilenos, los precios disminuían a raíz del acuerdo, vigente desde 1932, entre las fábricas alemanas, británicas, francesas e italianas. Estas procuraban defender sus intereses y evitar la proliferación de competidores en Europa, en tanto en los períodos de paz sus fábricas sufrían un importante exceso de capacidad, de un 25% aproximadamente⁷³. Con prácticas de *dumping*, en particular por parte de Alemania, el gran productor, los precios habían descendido en España desde las 34 pesetas por quintal métrico en 1928 a las 9,8 pesetas en 1933⁷⁴. Solo a costa de un perjuicio notable para los consumidores de estos productos, los agricultores, se podía planear en aquellas circunstancias el establecer una gran industria española del nitrógeno⁷⁵.

Así pues, incluso cuando se contó con energía barata y las condiciones tecnológicas adecuadas, fue imposible competir con los precios del sulfato amónico alemán. La protección arancelaria llegó tarde en términos internacionales, pero, hasta la inauguración de Saltos del Duero, la energía eléctrica había tenido un precio excesivo para la obtención de estos productos: con un consumo por TM de sulfato amónico solo algo menor que el del aluminio, podría valer como coste máximo de la energía en una explotación rentable los 4 céntimos de Pts. de 1924 por kWh que Gelpí proponía para aquel, mientras que las compañías eléctricas raramente ofrecían el fluido a menos de 6 céntimos en los años anteriores a la inauguración de Saltos del Duero⁷⁶. Estos precios de venta de energía tan elevados se fundamentaban en la sobrecapitalización de las centrales españolas, necesariamente dotadas de embalses de regulación y costosas líneas de transporte, pero también en que este precio no era el coste marginal de energías sobrantes, como en Canadá, Italia o Francia, por ejemplo, sino que, forzosamente, tenía que acercarse a sus costes totales medios, en la medida en que no existían otras producciones que garantizaran una carga elevada y constante de la central.

Por el contrario, la difusión del carburo de calcio representó, en palabras de Nadal, «una carrera tan fulgurant com efímera»⁷⁷. En 1911, según puede comprobarse en el gráfico 1, la industria española de obtención de carburo de calcio alcanzó la producción de 15.000 TM de producto, lo que suponía ya un 75% de su consumo en la España de 1930, cuando su capacidad productiva podía alcanzar ya las 30.000 TM y las empresas productoras tenían enormes dificultades para colocar sus excedentes en el exterior⁷⁸.

Básicamente, la capacidad de producción de carburo de calcio creció en España, mientras que sus usos se estancaron o retrocedieron. El carburo de calcio es el producto resultante de la fusión de una mezcla de cal viva y coque que se somete a una temperatura de unos 1.900° en horno eléctrico⁷⁹. El procedimiento industrial disponible en 1894 permitió la utilización del gas acetileno, que es aquel producido por la acción del agua sobre el carburo de calcio en la iluminación de poblaciones a partir de 1898⁸⁰. En 1911, más de 980 poblaciones en todo el mundo disponían de este tipo de iluminación pública, de las que un número

71. Díaz Morlán (2006a), pp. 312 y 314. Gómez Mendoza (2000) analizó el papel del INI frente a otras iniciativas. 72. Errandonea (1935c), p. 259. 73. Gómez Mendoza (2000), p. 88. 74. Errandonea (1935c), p. 260. Velarde recoge unos datos semejantes. Velarde (1991), p. 224. No obstante, la caída de precios del sulfato amónico, según los datos reproducidos por Carreras, fue menos brusca, pero más prolongada: de 1.179 Pts./TM en 1921 a 260 Pts./TM en 1934. Carreras y Tafunell (2005), pp. 433 y 434. 75. Pese a que fuera el lema de tantos coetáneos nacionalistas, que empalmaron su discurso con el de la postguerra española. Véanse Pérez Urruti (1928) y Bustelo (1941). 76. Gelpí (1924), p. 78. 77. Nadal (1986), gentileza del autor, sin paginar, a quien procuro seguir aquí. 78. El dato procede de Errandonea (1935b), p. 210. 79. Carré (1920), p. 425. 80. Véase Lange (1930), p. 123.

PAÍS	CAPACIDAD PRODUCTIVA	PRODUCCIÓN ANUAL	EXPORTACIÓN ANUAL
Noruega y Suecia	90,0	53,0	48,0
Italia	50,0	30,0	5,0
Suiza	45,0	35,0	26,0
Austria-Hungría	42,0	30,0	5,0
Francia	45,0	30,0	4,0
EEUU y Canadá	41,0	40,0	0,0
España	20,0	18,0	0,0
Alemania	9,0	9,0	0,0
Reino Unido	1,5	1,5	0,0

FUENTE: Suelto (1913), *La Houille Blanche*, p. 103.

relevante, 34, eran españolas. No obstante, antes de la I Guerra Mundial, el futuro de la iluminación pública ya estaba ganado en toda Europa por la iluminación eléctrica, tanto en calidad como en precio —quedando reservado el acetileno para localidades aisladas, balizas marítimas y lámparas portátiles—, aunque la soldadura autógena rescatara al carburo de calcio como material estratégico durante los años de la I Guerra Mundial. Por último, el carburo de calcio se empleó residualmente por la industria química para la obtención de calcionamida, el abono nitrogenado. Como ya se dijo, esta última resultaba de una técnica sencilla, pero en que era básico disponer de energía eléctrica a buen precio, ya que exigía un segundo proceso intensivo en energía.

El arranque de la iluminación por acetileno en España, y la consiguiente producción del carburo de calcio, fueron relevantes en términos internacionales. A la vista del cuadro 3.6, su elaboración se ubicó pronto en países que destacaron por la exportación de este producto, como Escandinavia y Suiza, pero Francia y España lograban también producciones importantes para su consumo interno. En fecha tan temprana como 1897 se constituyó en Madrid la Sociedad Española de Carburos Metálicos por iniciativa de un grupo franco suizo que era el propietario de una fábrica que explotaba la patente Bullier en su fábrica de la Alta Saboya⁸¹. Un año después adquirió el salto de Berga (Barcelona), y en 1899 pusieron allí en marcha dos hornos de carburo de calcio. La misma empresa comenzó un proceso de expansión que implicaba la constitución en 1903 de la Hidroeléctrica del Pindo, que explotaría un salto sobre el río Jallas en Cee, Corcubión, a partir de 1904⁸². En 1914, emprendió la producción de acetileno en Bilbao, y en 1921 puso en marcha en Valencia otra fábrica, que incluía también la obtención de oxígeno. Además, ese mismo año se instalaba una fábrica de acetileno disuelto en Madrid. En 1929 se inauguró la fábrica de Córdoba, mientras en la fábrica coruñesa⁸³ se diversificaba la producción de sus otras fábricas con la combinación de oxígeno y de ferroaleaciones —ferromanganeso y ferrosilicio—.

En Aragón, en 1904, la primera compañía que obtuvo Carburo fue la Electro-Química Aragonesa con sede en Santa María de la Peña, que acabaría participando primero en Teledinámica y luego desde 1911 en ERZ, y que en 1915 empleaba más de la mitad de su potencia

⁸¹. Acta de Constitución de la SECM otorgada por Lucien Gustave Cellier y Ernest Sautter ante el notario Juan González Ocampo y Becerra, ANC-Fondo Sociedad Española de Carburos Metálicos. ⁸². Carmona y Nadal (2005), p. 188, 224 y 225. Existía otra pequeña fábrica en Arcade, Laforet y cía., que acabaría siendo absorbida tras la guerra civil por la Sociedad Española de Carburos Metálicos. ⁸³. *La Sociedad Española de Carburos Metálicos, 100 años de Historia de una Empresa Química, 1897-1997* (Barcelona, ANC), s.p.

instalada —8.626 CV en total—en la producción de carburos. EIASA en Sabiñánigo también empleó una parte de su potencia para este fin, pero la principal fábrica de Carburos en aquella región era la Electrometalúrgica del Ebro, en Sástago, constituida en 1904 y que comenzó su producción en 1908. Su localización sobre el Ebro le proporcionaba un flujo continuo, que en 1935 convirtió en una potencia instalada de casi 19.000 kW⁸⁴.

En el conjunto del país, se contabilizaban hasta 15 fábricas de carburo de diversa consideración hacia 1914. Esta cifra concuerda con la que, en el I Congreso Nacional de Ingeniería, propone Mestres Borrell, 13, número que considera ya entonces excesivo⁸⁵. En 1935, las fábricas de carburo de calcio no eran más que nueve para una producción 10.000 toneladas, mayor que en 1914, según permite comprobar el gráfico 1⁸⁶. En 1914, las fábricas se ubicaban preferentemente en el Norte peninsular, donde se situarían todas las fábricas en 1935, pero al comienzo de la Gran Guerra aparecerían localizaciones insólitas en Albacete y en Álora, Málaga. Esta última era una iniciativa de H. del Chorro, que, en 1921, inauguró su aprovechamiento en Chorro-Gaitanejo y que, en 1926, tuvo que clausurar ante la falta de sobrantes de energía⁸⁷. En 1934, Errandonea consideraba que el consumo de energía eléctrica para la obtención de carburo absorbía el principal flujo intensivo en España, en torno a los 90 millones de kW⁸⁸, y de ellos casi la mitad se consumían en Aragón, que, junto a los dos productores de Carburos Metálicos —Berga y Jallas—, producían las tres cuartas partes del carburo español en 1935.

La producción de carburo en España muestra, pues, el arranque más prometedor para proseguir con un crecimiento modesto pero sostenido de la producción. Sin embargo, esta trayectoria no soporta la comparación con Italia, que, entre 1911 y 1915, no alcanzaba a triplicar la producción de carburo español, y que, en el quinquenio 1931-1935, cuadruplicaba con creces la producción española⁸⁹. La causa es bien sencilla: en Italia se empleó más el carburo que en España para la soldadura autógena, pero, además, su demanda creció a marchas forzadas para la producción de cianamida, mientras que la de iluminación se derrumbó antes que en España⁹⁰.

La escueta entidad de la industria de construcciones y reparaciones mecánicas da razón del vuelo corto de la soldadura autógena española, pero la demanda de abonos nitrogenados era todavía creciente en la primera mitad de los años veinte, y los precios del mercado internacional, aún tentadores. ¿Era verdad entonces que los intentos de obtener cianamida cálcica, el uso alternativo del carburo de calcio, estaban condenados al fracaso en España, como así suponía Sánchez-Cuervo en 1927, dado el precio de la energía?⁹¹. La elaboración de cianamida cálcica en 1929 estaba capitaneada por Alemania, pero algunos de los productores importantes carecían de tradición industrial, y aún menos en el terreno de la química, como Yugoslavia o Rumanía. Se diría, por tanto, que el factor de localización clave era disponer de energía barata⁹².

La cianamida era el resultado de dos procesos consecutivos e intensivos en el consumo energético, el primero de los cuales era la ya extendida en España fabricación de carburo. He procedido aquí a documentar este proceso con el primer productor de carburo en España: los costes totales medios de explotación de energía eléctrica de un auto-productor, la Sociedad Española de Carburos Metálicos, con sede en Berga, Barcelona, en un emplazamiento privilegiado, adyacente al salto de agua del que se obtenía la energía precisa para alimentar sus hornos. Son necesarios 3.230 kWh por TM de producto aproximadamente, lo que supondría que un 15% del coste del producto era coste energético. Ahora bien, según los datos de contabilidad de la empresa, el coste de la fuerza motriz en Berga, en los escasos

84. Germán (1990), p. 72. 85. Nadal (1986), *taula 4*, y Mestres Borrell (1919), pp. 507-515. 86. Nadal (2003), cuadro II.5.2.5. 87. Bernal (1994), p. 237. 88. Errandonea (1935a), p. 6. 89. Nadal (2003), cuadro II.5.2.6. 90. De un lado, en España no creció la obtención de oxígeno, necesaria para la soldadura, y, de otro, las cifras italianas muestran que, una vez sustraída la partida anual del carburo propio de la producción de cianamida, los restos son menores que los españoles. Nadal (1986). 91. Sánchez Cuervo (1927). 92. Nadal (1986), *taula 3*.

	COSTE UNITARIO MEDIO POR KWH PRODUCIDO EN PTS. CORRIENTES	COSTES UNITARIOS MEDIOS POR TM DE CARBURO PRODUCIDO
1928	0,022	34,390
1929	0,022	34,660
1930	0,035	53,700
1931	0,037	60,400
1932	0,111	195,470
1933	0,072	124,870

FUENTES: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en ANC, Fondo Sociedad Española de Carburos Metálicos, Berga, Libro Mayor, 1928-1933. La producción en Estadística Minera y Metalúrgica (1928-1933) y Estadística del Impuesto del Alumbrado (1928-1933). Los kWh producidos se han calculado en más de 3.000 kWh por TM.

años en que aparece desglosado (1928-1935), nunca bajó de un 17% del coste total medio a pie de fábrica, alcanzando un 20% la media para ese período⁹³.

La serie disponible que se ofrece en el cuadro 3.7 es breve, pero significativa. Se observa, en primer término, que la elección del lugar de la fábrica parece la adecuada, puesto que, en cuatro de los seis años reseñados, se obtienen costes de la energía en torno a dos céntimos de Pts., los cuales se comparan favorablemente con los costes de algunos auto-productores italianos⁹⁴. No obstante, en segundo término, se advierten fuertes fluctuaciones en el coste del fluido, que se reflejan en la columna 1. Estas obedecían a las variaciones en el régimen del caudal del río que servía a la central de Berga. La producción disminuía durante los meses de sequía, pero no solo. Las variaciones interanuales eran tan severas que en años secos los costes de la fuerza motriz llegaban a quintuplicarse⁹⁵. El carburo de calcio obtenido en la fábrica variaba su coste unitario medio a pie de fábrica tanto como expresa la columna segunda. Pese a ello, la empresa logró superar las dificultades por cuanto el precio en Barcelona del carburo de calcio apenas varió durante el período de la crisis: era de 500 Pts./TM en 1928, subió hasta 510 Pts./TM en los dos años sucesivos y se retrajo a 496,78 Pts./TM en 1933. El precio ciertamente elevado del carburo y una demanda para iluminación relativamente sostenida, incluso en fecha tan tardía como 1935, lograron hacer rentable este uso de la hidroelectricidad en territorio español. Lamentablemente, la producción de cianamida habría supuesto añadir un proceso aún más intensivo de energía a otro de una rentabilidad ya volátil de por sí, en el período en que, además, los precios de su rival, el sulfato amónico, se derrumbaban en el mercado internacional. Al parecer, incluso cuando se obtuvo calcionamida, a partir de 1949, en Monzón por parte de la Hidro-Nitro, se atendió solo a una lógica de sustitución de importaciones y no se reparó cuidadosamente en sus costes de producción⁹⁶.

Como permite ver el gráfico 1, la producción española de carburo de calcio tardó diez años en recuperar los niveles alcanzados durante la Gran Guerra y, aún entonces, con frecuentes y severas oscilaciones. La voz de alarma sonó en 1935. Errandonea rechazaba la

⁹³. Libro Mayor, 15-20, ANC-Fondo SECM-353. ⁹⁴. El coste de la energía obtenida en Berga entre 1928 y 1930 en liras de 1913 ronda los 6-7 céntimos de lira el kWh, mientras que el coste unitario medio del kWh obtenido por empresas auto-productoras en Italia se aproximaba, según Giannetti (1985), a los 7-8 céntimos de lira, aunque allí se promedien saltos de muy diversas calidades. Giannetti (1985), p. 233. ⁹⁵. Según las Memorias de la Compañía, las sequías fueron importantes en al menos tres años de estos seis. En 1932 se apreció, además, una retracción de la demanda interior y exterior que puso a la compañía en graves dificultades, en pleno período de expansión –Hidroeléctrica del Pindo y Jallas–. ANC-SECM-Memorias-353. ⁹⁶. Nadal (1993), p. 158.

idea de aumentar el volumen del carburo de calcio, en tanto las empresas productoras tenían enormes dificultades para colocar sus excedentes en el exterior, y Carburos diversificaba su producción como así había hecho EIASA⁹⁷. Pese a la combinación de productos, nada se parecía a un aprovechamiento de energías de vertedero, a coste marginal despreciable, como el que al principio se señalaba que se venía efectuando en Canadá o Italia para la obtención de carburo en esos años⁹⁸.

Concha Betrán ha analizado los subsectores más dinámicos de la economía española en el primer tercio del siglo XX para determinar cuáles fueron aquellos que, gracias a la cesión de sus logros en productividad, han estimulado los desbordamientos básicos de la demanda que han empujado el crecimiento del sector secundario. Allí, el carburo de calcio, pero también la sosa cáustica y la transformación del aluminio, aparecen como industrias favorecedoras del desarrollo. Esto es, sectores que han crecido mediante cambios que han logrado la disminución de los costes relativos y, por tanto, de los precios relativos, transfiriendo parte de sus ganancias en productividad a otros sectores. Su producción en España fue, por tanto, rentable para el conjunto de la economía. Sin embargo, el sulfato amónico, como los superfosfatos, formaba parte de un grupo al que denomina se industrias en expansión. Esto es, subsectores que crecen más que el promedio de todo el sector secundario, pero elevan, sin embargo, sus precios relativos, pues se asiste a un aumento superlativo de la producción a escala mundial y caen los precios internacionales⁹⁹. En esta lógica, la aportación de las industrias termoquímicas a la economía española era positiva solo en tanto el consumo en electricidad era moderado —superfosfatos, sosa y carburo de calcio—, o cuando los precios internacionales facilitarían la entrada en los mercados sin necesidad de protección superlativa, como demandaba el sulfato amónico.

3.4 Nota final

La dotación hidráulica del territorio español impidió severamente la difusión de la mayoría de los procesos electrolíticos. La falta de carbones baratos y, en particular, las limitaciones del potencial hidráulico técnicamente explotable en territorio español obstaculizaron seriamente la termoquímica. Los saltos peninsulares podían competir difícilmente con localizaciones alpinas o escandinavas destinadas a estos usos, incluidas aquellas escogidas concienzudamente, como lo fueron Bergaron y Sabiñánigo. Esta evidencia, aun siendo ajena a buena parte de la literatura nacionalista de entreguerras y del primer franquismo, era seguramente conocida por cualquier eventual promotor internacional de estas aplicaciones. La internacionalización de estos mercados resolvió que las fábricas se emplazaran allí donde las condiciones para la producción fueran más propicias. Y el coste de la energía se convertía en un elemento básico de esta localización, y por esto España no fue su destino¹⁰⁰.

Frente a la desventaja física absoluta en la electrólisis, la desventaja relativa se sumó en la termoquímica a la temprana colusión de sus principales productores, que se aprovecharon de la mayor escala de sus industrias para proceder a la ocupación del mercado mundial e impedir el acceso de los entrantes. Contrariamente a lo que algunos publicistas nacionalistas habían supuesto, la debilidad de estas industrias en España no consistía en una mera cuestión de escala en la producción, subsanable con medidas proteccionistas¹⁰¹. Inicialmente

97. El dato procede de Errandonea (1935b), p. 210. 98. Los costes marginales de la electricidad empleada no eran, pues, los relevantes, sino los costes unitarios medios, necesariamente más elevados. 99. Betrán (1997), p. 137. 100. Gelpí detalló en 1924 buena parte de los costes eléctricos que convertían en económicas determinadas producciones, pero no señaló ni la fuente ni si estas eran posibles en España. Romero Ortiz, en el I Congreso de Ingeniería, sí había señalado que la electrosiderurgia debía contar con costes inferiores a 1 céntimo el kWh si se quería que su producción fuese competitiva respecto a las importaciones de Suecia y Noruega. Nadal ha señalado que esta barrera era también común en el caso de otros productos químicos y que existían graves dificultades para ofrecer estos precios por parte de las compañías eléctricas comerciales. Gelpí (1924), Romero Ortiz (1920) y Nadal (1993). 101. Entre las apelaciones más tempranas, se encuentran aquellas que se vertieron en el I Congreso Nacional de Ingeniería: Hereza y Ortuño (1920) y Romero Ortiz (1920). Más tardías son aquellas de Pérez Urruti (1928), Errandonea (1936) y Bustelo (1941).

radicaba en una pura desventaja física, reflejada en las diferencias del precio de la fuerza motriz, y en la complementariedad con otros usos industriales. Con todo, incluso cuando se contó con energía barata, como en Saltos del Duero, Esla podía llegar a ser Niágara, pero Valladolid tardaría en ser Búfalo.

Por lo demás, en Escandinavia, Canadá, Suiza e Italia, la química eléctrica contribuyó a fortalecer un sector exportador relevante, alimentando además un tejido muy temprano de centrales hidroeléctricas que acabaron siendo incorporadas a las redes, mejorando la gestión de su carga en torno a conglomerados electroquímicos y elevando la carga general de los sistemas de interconexión y, por tanto, tirando a la baja de los costes unitarios medios de las compañías suministradoras. La frustración relativa de este brote electrificador presta coherencia al arranque tardío de la electrificación española y a lo insólito de la autogeneración, y, a largo plazo, esclarece por qué este sistema suministrador se ancló en los bajos rendimientos.

4 La consolidación de las hidroeléctricas: agua y manufactura urbana (1910-1925)

«No hay nada que estimule tanto el trabajo y los accionistas, como la facilidad del éxito, y éste es el mejor germen para crear el ambiente de trabajo, progreso, cultura y riqueza que se observa en los países hulleros y que tan de menos echamos en España. Es evidente que el ambiente adverso que hasta hoy nos ha rodeado ha sido la principal causa del retraso de nuestra prosperidad»¹.

Entre 1907 y 1913, las principales ciudades españolas comenzaron a ser abastecidas por centrales hidroeléctricas con potencias instaladas en torno a los 5.000 kW. Estas enviaban el fluido a las urbes desde sus localizaciones montañosas a través de largas líneas de transporte que salvaban varios centenares de kilómetros para que la oferta hidráulica y la demanda urbana se encontrasen. La corriente alterna y los sistemas universales de transformación de tensión facilitaron el abaratamiento del transporte a larga distancia de electricidad. La mejora en las turbinas logró la explotación económica de aquellos saltos relativamente abundantes en territorio español: aprovechamientos en altura y de caudal escaso e irregular. Del lado de la demanda, la flexibilidad en la localización de la manufactura que proporcionó la electricidad se sumó a la difusión del motor eléctrico y de los nuevos sistemas de organización fabril más eficientes. Todos estos han sido argüidos como factores decisivos en la extensión de la hidroelectricidad en las urbes españolas, donde compañías de nuevo cuño arrebataron su dominio a las antiguas centrales térmicas y el alumbrado fue cediendo el paso a la manufactura como principal consumidor². De resultas de ello, y en los primeros treinta, la contribución del agua a la demanda energética agregada de España era de un 24%, lo que suponía aún la mitad de la italiana en términos porcentuales, pero casi triplicaba la contribución del agua en Francia, más dependiente de los combustibles fósiles³.

Durante el período de entreguerras, la intervención pública fue escasa, aunque estableciera gradualmente un marco normativo comparable al de sus vecinos europeos, y consolidase las ventajas que los consumidores habían alcanzado durante las guerras tarifarias. En otras materias, tales como las políticas de fomento, que constituyeron reclamaciones recurrentes de técnicos y empresarios eléctricos, solo se apreció un cambio de tendencia una vez iniciada la dictadura de Primo de Rivera.

Con todo, la vida de las compañías hidroeléctricas no fue fácil durante esta fase de conquista de mercados. Una vez realizadas fuertes inversiones en maquinaria, en obra civil y en redes de transporte, restaba abrirse camino allí donde existían antiguas compañías que disponían de las redes de distribución. Con estos contendientes tuvieron que lidiar y alcanzar acuerdos de compra o de fusión. Los mercados amplios se disputaron entre varias compañías a la vez mediante la mayor ventaja que la hidroelectricidad proporcionaba: la rebaja de las tarifas. Una oferta amplia de fuerza y que presentaba costes de explotación menores que el vapor empujó a las compañías hidroeléctricas a acometer políticas de precios agresivas que expulsaran del mercado a otras empresas eléctricas y, por vez primera, a otras energías en los usos industriales. Entre las supervivientes, los convenios de reparto de mercado no tardarían en llegar. Las compañías de suministro firmaron convenios que significaron la *pax eléctrica* mientras que no surgieran nuevos contendientes que alteraran las condiciones esenciales de mercados que a duras penas alcanzaban el ámbito regional.

1. Urrutia (1917), p. 32. 2. Un panorama reciente, en Maluquer (2006). En la actualidad, se dispone de monografías completas sobre algunas de las principales empresas y mercados. Alcaide (1994), Amigo (1991), Anes (1995 y 2006), Antolín (1989), Aubanell (2005), Capel (1994), Carmona (1989 y 1999), Cayón (1997 y 2002), Garrués (2006a y 2006b), García Delgado (1990), Germán (1990), Maluquer (1986) y Núñez (1994a). 3. Sudrià (1987), p. 324.

POTENCIA DE USO COMERCIAL EN DISTINTOS PAÍSES. KW INSTALADOS POR CADA MIL HABITANTES EN LA INDUSTRIA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO EN ALGUNOS PAÍSES CUADRO 4.1

	1906-1907	1926-1927
Estados Unidos	35,05	226,32
Reino Unido	27,96	93,96
Alemania	11,19	73,82
Francia	6,71	83,15
España	7,07	47,50
Italia	13,07	95,14

FUENTES: Morsel (1991 a), p. 450; estimación propia para España, en anejo 1.

4.1 La nueva fisonomía del sector suministrador de electricidad

Entre 1906 y 1925 la potencia y la producción eléctrica en España crecieron a un ritmo muy vigoroso: entre 1913 y 1922 la potencia aumentaría a un ritmo anual acumulativo de casi un 15%, y la producción alcanzó el 16,6%⁴. En términos internacionales, en este período el sector eléctrico español convergió con los países que se habían electrificado más tempranamente y no se alejó de aquellos que lo hicieron en torno a la I Guerra Mundial. Como se observa en el cuadro 4.1, la potencia eléctrica per cápita en Estados Unidos, Reino Unido, Alemania e Italia entre 1907 y 1926 había crecido a un ritmo semejante o menor que el español. No obstante, en términos de producto, la electrificación española en estos años no fue muy intensiva, no más que la portuguesa, por ejemplo, aunque en 1928 España triplicase a Portugal en consumo eléctrico por habitante⁵. La palanca de este rápido crecimiento del sector suministrador fue el aprovechamiento concienzudo del potencial hidroeléctrico español con predominio de los usos urbanos y manufactureros.

Como permite observar el cuadro 4.2, el reparto de la potencia entre las diferentes regiones españolas en 1920 mostraba una concentración territorial cada vez más acusada en las zonas productoras hidroeléctricas: Cataluña, País Vasco, Asturias-Santander, el País Valenciano y Aragón son, junto a la excepción madrileña, las únicas regiones que superan la media española de potencia eléctrica por km². Estas regiones albergaban un potencial hidráulico que se hace más evidente a la vista de su reparto por habitantes. Según la primera columna del cuadro 4.2, en 1920 las regiones más electrificadas eran las más industriales: Cataluña, País Vasco y Asturias-Santander. La excepción es La Mancha, región de abastecimiento de la contigua Madrid, pues esta última apenas contaba con potencial hidráulico propio. Por tanto, en la localización de la potencia hidroeléctrica durante el período de entreguerras en España se conjugó una dotación de recursos hidráulicos adecuados con una cierta tradición manufacturera.

La rápida expansión hidroeléctrica la protagonizaron compañías hidroeléctricas de nuevo cuño que se constituyeron en su mayoría antes del estallido de la I Guerra Mundial (véase cuadro A.1.2 del anejo 1). Además de la Gallega de Electricidad de 1900, el mercado de la ciudad de Zaragoza y los de las principales ciudades de la fachada norte de la península se encontraban abastecidos por centrales hidráulicas⁶. Hidroeléctrica Ibérica (HI), que actuó desde 1901 como productor del mercado vasco, preferentemente guipuzcoano, puso en marcha tempranamente, y en su propio territorio, saltos en el Leizarán y en el Ebro. En 1907, Hidroeléctrica Española (HE) inauguró con la apertura de Molinar la primera transmisión a gran distancia, desde Albacete a Madrid y Valencia. En 1912, Unión Eléctrica Madrileña (UEM) es-

4. Véase anejo 1, cuadro A.1.3. 5. En Portugal apenas traspasaba los 50 kWh por habitante, mientras que en España la producción era más del doble. 6. Véase Carmona (1999), Germán (1990) y García Delgado (1990).

REGIÓN	KW / 1.000 hab.	KW/km ²
Andalucía	6,80	0,32
Aragón	50,09	1,06
Astur-Santander	32,82	2,19
Baleares	0,37	0,03
Canarias	0,35	0,02
Castilla	18,55	0,47
Cataluña	80,55	5,86
Extremadura	1,14	0,03
Galicia	11,72	0,84
La Mancha	40,71	0,87
Madrid	12,54	1,66
Murcia	5,64	0,32
País Vasco	35,41	2,18
Valencia	7,40	0,55
TOTAL	23,99	1,01

FUENTES: Anejo 1 y Nicolau (2005), p. 152, para la población.

tableció otro servicio de producción y distribución en Madrid, que, junto a HE, constituiría el núcleo muy disputado en estos años de la producción con destino capitalino⁷. En 1914, las dos empresas que competirían por el mercado catalán, Riegos y Fuerzas del Ebro y Energía Eléctrica de Cataluña, empezaron la producción desde el occidente catalán, sustentadas en este caso en el aprovechamiento sistemático del Pirineo. Las inauguraciones se sucedían rápidamente durante los años del conflicto europeo. El propio 1918, la Cooperativa de Fluido Eléctrico, compañía que asimismo disputaba el mercado del Principado, comenzó también su producción en la misma cuenca del Ebro⁸. Solo tras el final de la I Guerra Mundial, las empresas andaluzas emprendieron la producción hidráulica a gran escala, aunque ya contaban con importantes plantas termoeléctricas en la Andalucía occidental⁹. Durante el decenio de 1920, la explotación de la cuenca del Júcar continuó por parte de HE, la del Pirineo leridano por parte de la Canadiense —Riegos y Fuerzas del Ebro—, mientras que HI hubo de trasladar su principal centro productor a un punto lejano de su mercado vasco, al Cinca, en el Pirineo oscense. En torno a 1925, al fin, la producción hidroeléctrica se ubicaba preferentemente en la periferia española, pero en localizaciones novedosas respecto a las zonas de producción hidromecánica tradicional. Comenzaba además a apreciarse una notable desaceleración en la instalación de potencia hidroeléctrica, que contrastó con el crecimiento sostenido del consumo hasta la crisis del final del decenio.

Con todo, al lado de los importantes aprovechamientos hidráulicos que promovieron las grandes compañías hidráulicas, en 1925 pervivía en España un buen número de fábricas de electricidad de tamaño ínfimo. Como se desprende del cuadro 4.3, al menos 1.641 establecimientos dedicados a generación contaban con una potencia inferior a 400 HP¹⁰. De ellos, 1.278 aprovechaban el agua como fuente primaria para la obtención de energía y, sin embargo, su potencia no alcanzaba en junto los 70.000 kW instalados¹¹. Se observa asimismo que

7. Tedde (1987), Aubanell y Tedde (2006), Cayón (1997) y Chapa (2002). 8. Por extenso, en Maluquer (1986), y véase también Sánchez Vilanova (1992) y Capel (1994). 9. Núñez (1992) y Alcaide (1994). 10. Para las disparidades entre los datos de este recuento y las cifras de mi estimación, véase el apéndice 1. Por lo demás, el HP se considera aquí equivalente al caballo de vapor, como era la norma en aquellos tiempos. Un kW equivale a 0,7457 HP, por tanto, los 400 HP equivalían a 298,28 kW. 11. Estimación propia a partir de Barrio (1925).

REGIÓN	ESTABLECIMIENTOS MENORES	POTENCIA	PORCENTAJE DEL TOTAL REGIONAL	PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS DE BAJA TENSIÓN	PORCENTAJE DE POTENCIA PARA ALUMBRADO
África	1	111,75	100,00	100,00	100,00
Andalucía	251	18.168,36	23,41	45,53	28,13
Aragón	169	7.195,21	15,26	91,80	17,33
Astur-Santander	66	4.722,56	6,20	25,81	17,98
Baleares	18	875,38	99,91	88,89	68,94
Canarias	4	182,53	11,80	71,43	39,76
Castilla-León-Rioja	377	14.649,48	42,07	83,25	58,80
Cataluña	164	10.497,05	4,22	67,77	4,21
Extremadura	110	5.226,92	78,27	84,21	89,78
Galicia	54	3.130,49	14,81	67,14	42,66
La Mancha	165	8.732,89	14,51	87,70	20,61
Madrid	22	1.904,22	4,15	65,96	22,58
Murcia	22	2.777,36	55,86	92,59	100,00
P. Vasco-Navarra	138	8.315,75	18,10	72,68	27,09
Valencia	80	5.288,01	5,60	68,75	61,51
TOTAL	1 641	91.777,93	11,97	71,90	24,24

FUENTE: Barrio (1925).

más de un 70% del total de los centros productores distribuían directamente en baja tensión — menor de 250 V— y más de un 25% tenía como utilización exclusiva el alumbrado. La mayoría de las diminutas centrales aisladas abastecían pequeños núcleos que apenas interesaban a las grandes compañías, que ni siquiera consideraban el suministro de las zonas atravesadas por sus líneas de alta tensión¹². Se diría que en algunas regiones, como las dos Castillas, Extremadura y Andalucía, los pequeños establecimientos desempeñaban aún en el decenio de 1920 un papel muy relevante en el abastecimiento de mercados extensos pero al margen de las grandes líneas, señalándose la prolongada pervivencia de centrales aisladas. Los llamados «sistemas periféricos» llevaron una vida floreciente hasta que, al agotar su capacidad productiva, dejaron de presentar batalla a las grandes compañías¹³.

Entre estas pequeñas fábricas de electricidad de 1925, más de un 20% de la potencia instalada seguía siendo térmica, y un 9% hidro-térmica. En realidad, la evolución de la termoelectricidad en España resulta en general poco conocida. Pese a que buena parte de Andalucía nutrió sus redes eléctricas con máquinas movidas por vapor y que la electricidad de este origen tuvo asimismo un papel relevante en la electrificación minera en general y vizcaína en particular¹⁴, en el resto de España la electricidad que empleaba carbón como fuente primaria desempeñó en estos años un cometido meramente auxiliar de la hidráulica, aunque la eficiencia de los equipos de generación térmica viniera experimentando desde el segundo decenio del siglo una espectacular mejora técnica¹⁵.

12. Exigía puestos de transformación y distribución que encarecían el suministro en zonas que presentaran una demanda escasa. 13. Como fue el caso de las compañías navarras respecto a HI. Garrués (2006b). 14. Como bien se ha señalado por parte de Núñez (1992) y Garrués (1997a), respectivamente. 15. Landes (1969), p. 350.

La electricidad térmica servía a las grandes compañías eléctricas comerciales para enjugar los desfases entre oferta y demanda en caso de puntas ocasionales de demanda, o, más habitualmente, en circunstancia de sequía o avería de las centrales hidráulicas de base (véase anejo 1, cuadro A.1.6). La geografía de la producción térmica siguió, pues, siendo urbana y se superpuso a aquella de la producción hidroeléctrica. Hasta 1925, las zonas de mayor explotación hidráulica, como Cataluña, Madrid y Valencia, eran también las que alcanzaban proporciones mayores de potencia térmica. Aparte de Andalucía y Vizcaya, otras zonas de la periferia pobre, como Murcia o Extremadura, también descollaron por su dependencia térmica.

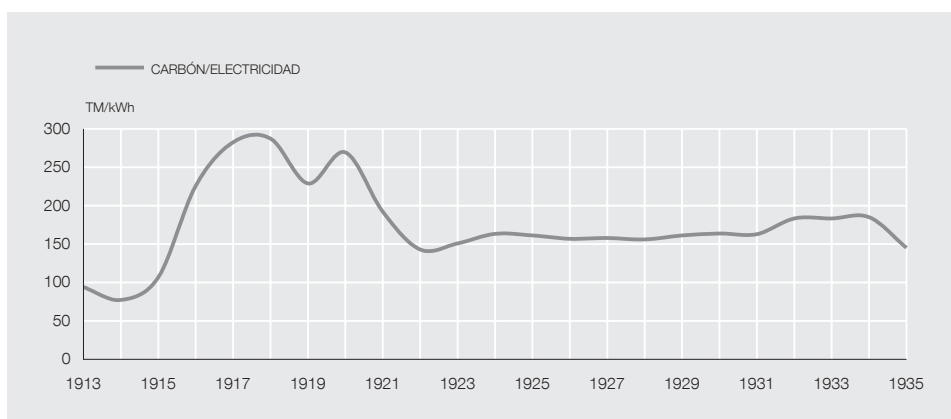
Del lado de la demanda, en 1925, los consumos urbanos —alumbrado y tracción— seguían absorbiendo casi un 30% del consumo total en España¹⁶. Esta pauta de demanda eléctrica subrayaba la pervivencia del consumo más tradicional y la importancia de los ingresos provenientes de su venta para las compañías que habían arrebatado en las ciudades su hegemonía a las antiguas compañías térmicas. No obstante, desde 1916, la fuerza industrial había ido tomando el lugar de la iluminación a la cabeza de las aplicaciones eléctricas en España. Este uso constituyó a partir de entonces la partida decisiva en la electrificación y la manufactura ligera su principal consumidora¹⁷. En 1925, más de un 50% del consumo final de energía eléctrica se empleaba en utilizaciones industriales, incluidas aquellas intensivas¹⁸. Las zonas de consumos globales más elevados corresponderían a áreas donde se ubicaba tradicionalmente esta industria e incluso los mayores consumos por habitante y año se localizaban asimismo en las zonas manufactureras —Cataluña, País Vasco y Cantabria— a las que se iban incorporando Aragón y Madrid, donde el despegue hidroeléctrico corrió, pues, parejo al de la electrificación industrial¹⁹.

4.2 La eclosión manufacturera y sus orígenes: «la hermosa independencia»

Es evidente que el arranque de la electrificación española coincidió con la sustitución masiva del vapor por la electricidad como energía primaria y con la difusión de la electricidad en la manufactura ligera. El uso del agua aligeró la factura energética a estas industrias y la universalización de la electricidad y del motor eléctrico flexibilizaron su localización y favorecieron una organización fabril más eficiente²⁰.

Desde 1905, se contó con la combinación de innovaciones que hicieron posible la transición hacia la hidroelectricidad en España. La experiencia en obra hidráulica, la disponibilidad de turbinas apropiadas y de los instrumentos de transformación y aislamiento de corrientes adecuados para la transmisión del fluido a larga distancia permitieron las traídas de electricidad desde distantes núcleos montañosos donde se ubicaban los saltos hidroeléctricos (véase capítulo 2). En el terreno de la aplicación, el motor eléctrico proporcionaría mejoras organizativas relevantes a las manufacturas²¹. En España, donde algunas regiones destacaban por su tradición manufacturera, pero venían sufriendo tradicionalmente de sobre-costes energéticos a causa del precio del carbón, el agua vino a suponer el inicio de su «liberación»²².

16. Las pérdidas, en anejo 1, cuadro A.1.4. **17.** Pese a corresponder a una pequeña parte de los costes totales del producto manufacturero, la demanda de energía ya había mostrado una elevada elasticidad-precio con la introducción de las turbinas hidráulicas medio siglo antes. Carreras (1983). **18.** Capítulo 1, cuadro 1.3. Estos datos se refieren al total de la producción, incluidas pérdidas, y, por eso, no concuerdan exactamente con aquellos del cuadro A.1.4 del anejo 1. Con otros cálculos correspondientes a 1932, también se observa que, mientras en España el consumo de fuerza industrial alcanzaba aproximadamente un 63% del consumo total excluidas pérdidas, en Francia constituía un 54% y en Italia no más del 47%. Errandonea (1935b), p. 195. **19.** En Cataluña eran 345 kWh, en el País Vasco-Navarro, 400 kWh, y en Santander, 330 kWh. Según Errandonea (1935b), p. 195. **20.** Según Serrat Bonastre, las ventajas adicionales de la electricidad resultaron muy importantes: «La beneficiosa influencia de la electrificación de la fuerza motriz ha de encontrarse en la facilidad del industrial para establecerse en aquellas localidades que le sean más convenientes desde el punto de vista del transporte y de la mano de obra hábil y económica [...] en la posibilidad de que pequeñas industrias sin gran capital puedan establecerse por cuenta propia, sin tener que alquilar fuerza a un particular en condiciones a veces onerosas [...]». Serrat Bonastre (1916), p. 56. **21.** Du Boff (1967) y Devine (1983 y 1990a). **22.** Tomo esta acertada expresión de Sudrià (1989).



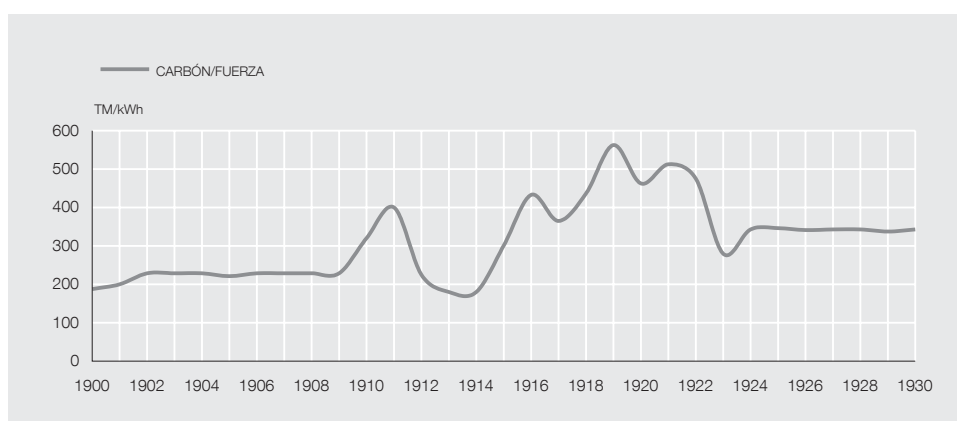
FUENTES: Coll y Sudrià (1987), pp. 421-423, y Carreras y Tafunell (2005), p. 434.

No obstante, el ahorro energético era en todo caso modesto y la «liberación», costosa. El ahorro energético era moderado en tanto reclamaba una doble inversión previa en instalaciones generadoras y receptoras²³. Esto es, era necesario disponer de un potencial hidráulico adecuado y realizar elevadas inversiones en obra civil de primer establecimiento, compra de maquinaria y tendido de líneas de centenares de kilómetros entre los puntos de producción y aquellos de consumo. Aunque las ventajas en flexibilidad y organización que procuraba el motor eléctrico eran amplias, las manufacturas interesadas en transitar del vapor a la electricidad debían transformar sus equipos y adecuarlos a la nueva energía. Por lo demás, pese a que el carbón fuera caro en España, los costes energéticos de las manufacturas constituían una mínima parte de su valor añadido bruto; por tanto, solo un distanciamiento relevante de los costes del vapor y de hidroelectricidad pudo provocar una transición del carbón al agua tan consistente como la que tuvo lugar en España entre 1905 y 1925²⁴.

La divergencia que puede observarse en el gráfico 4.1, entre los precios relativos de la hidroelectricidad y el carbón en torno a la I Guerra Mundial, fue primeramente constatada por Jordi Maluquer, para ser luego recusada de dos maneras diferentes. Francesca Antolín recalcó que era menor que la estadounidense y atribuyó el hecho a la escasa regulación pública del sector eléctrico español. Anna Aubanell ha evidenciado que, aunque la divergencia en los precios energéticos no fuera tan remarcable, en este período este factor se sumó en algunos lugares al encarecimiento del trabajo no cualificado. Recientemente, sin embargo, Concha Betrán ha reclamado esta trayectoria divergente en los precios relativos de carbón e hidroelectricidad como clave explicativa del crecimiento de algunos países europeos, incluida España, durante el período de entreguerras²⁵.

En realidad, el desencadenante de estas polémicas es la debilidad de las series disponibles sobre precios españoles de electricidad. Estas se han considerado hasta ahora poco representativas y, por tanto, como así ha sucedido, susceptibles de interpretaciones contradictorias. En primer lugar, los precios utilizados han sido siempre precios medios entre diferentes usos. En segundo lugar, las series referían tarifas oficiales de algunas compañías y no los precios negociados a los que se llegaba tanto con muy pequeños consumidores —tanto alzado— como con todos los grandes, los cuales gozaban de grandes rebajas.

23. «[...] partiendo de estos hechos, es indudable que la electrificación [...] no influirá de una manera apreciable, por lo que se refiere al coste de producción en la conquista de nuevos mercados, ni en la ampliación de los existentes». Serrat Bonastre (1916), p. 54. 24. Siempre y cuando el consumidor intensivo —químicas o ferrocarril— no absorbiese una importante cuota de producción eléctrica, favoreciendo la caída de los costes unitarios medios de los suministradores de fluido. 25. Maluquer (1987), Antolín (1990), Aubanell (2001) y Betrán (2005).

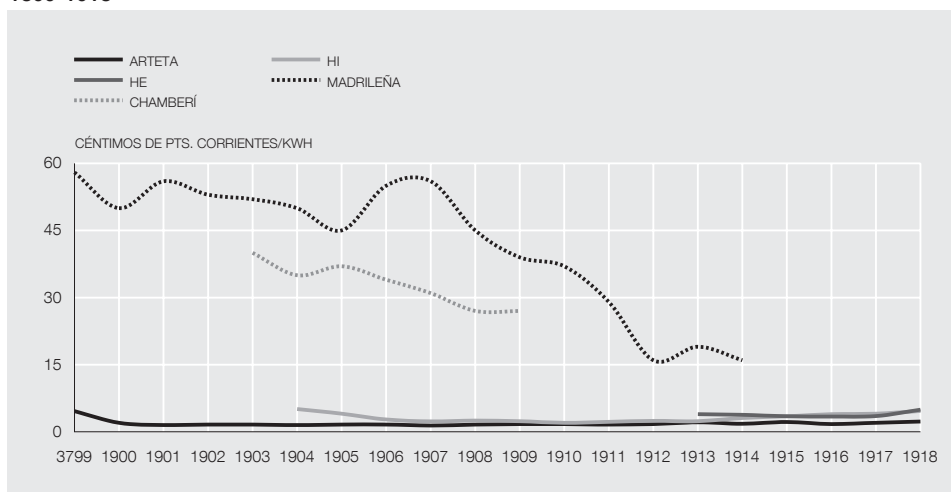


FUENTES: Coll y Sudrià (1987), pp. 421-423, y Aubanell (2001), p. 609.

Ahora bien, con los datos más fiables que ha proporcionado para Madrid Ana María Aubanell, empleando las tarifas máximas para fuerza, el resultado es aún más contundente, como es posible apreciar en el gráfico 4.2²⁶. El distanciamiento entre los precios del vapor y de la electricidad se concentró en torno a la I Guerra Mundial, aunque de los datos de Hidroeléctrica Ibérica se deduzca que allí se anticipó al primer decenio del siglo. En Barcelona, y según Urteaga, la Barcelonesa anticipó la caída de los precios de la fuerza motriz a 1907, pese a que aún ofrecía energía procedente del vapor²⁷.

Esta divergencia entre los precios de la hidroelectricidad y del carbón obedecía, en primer término, a que, pese a que el agua exigiese costosas inversiones en un corto período de tiempo para las obras de acondicionamiento de los saltos, los plazos de amortización eran largos y los costes de explotación ínfimos en comparación con el vapor. Las empresas hidroeléctricas presentaban, por tanto, unos costes unitarios medios muy ventajosos con respecto al vapor. En segundo término, esos costes se repercutieron sobre los precios en los períodos de penetración en el mercado y de intensas guerras tarifarias. Las empresas españolas, dada la libertad de acceso a los mercados de distribución de que gozaban, pudieron reflejar esos costes con precios menores que los del vapor a fin de ganar cuota de mercado. En tercer lugar, la inflación de la I Guerra Mundial afectó a los precios del carbón distanciándolos aún más de los precios eléctricos en un período de aumento de la demanda de manufacturas en España²⁸. En cuarto lugar, a partir de la I Guerra Mundial no solo el carbón, sino también el trabajo no cualificado, fueron cada vez más caros en algunas ciudades españolas, y la electrificación de la manufactura alentó la sustitución de trabajo por maquinaria²⁹. Con la electrificación fabril se sumaron el ahorro energético y el laboral, al ser el uso del motor indivisible con la electricidad³⁰. Bien documentadas estas dos últimas hipótesis, tanto la inflación bélica de combustibles fósiles como el aumento del precio del trabajo no cualificado, me detendré aquí en desgranar aquellas menos transitadas: las que inciden en la rebaja

²⁶. Esta medida no deja de ser muy burda. Los precios de carbón y electricidad deberían referirse o bien al precio de toneladas equivalentes de carbón para la electricidad o bien al de cantidades de carbón necesarias para la obtención de un kWh, pero cuenta con tradición: Svennilson (1954) y Betrán (2005). ²⁷. Los precios medios de HI, en Garrués (2006b), p. 101. Barcelonesa, en Urteaga (1994), p. 154, cuadro IV. 6. Según los datos disponibles sobre Sevillana, la divergencia allí es menor, pero hay que considerar que la dependencia del agua en la Andalucía Occidental fue muy posterior. Bernal (1994), p. 371. ²⁸. Durante la I Guerra Mundial, decía Serrat y Bonastre (1916): «la hermosa independencia que ha dado a nuestra industria [...] el aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas. Gracias a él la industria catalana ha podido seguir trabajando, libre en gran parte de las dificultades que la escasez de carbón la hubiera ocasionado» (p. 55). Véase Vilar (1931). En esta afirmación coinciden además tanto Maluquer (1985), como Sudrià (1997) y Antolí (1997). ²⁹. Aubanell (2001), p. 468. ³⁰. Las mejoras en la productividad en países de predominio térmico, en Sonenblum (1990).



FUENTES: Coll y Sudriá (1987), pp. 421-423, y Aubanell (2001), p. 609.

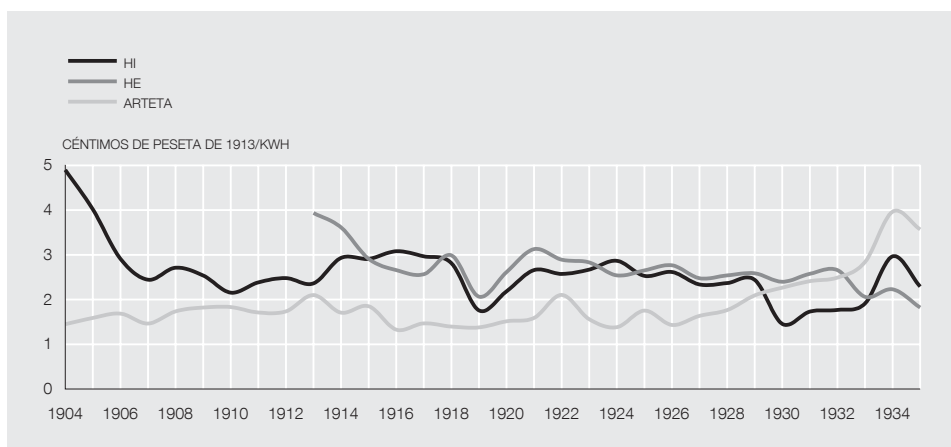
de costes y precios que alentaron los factores naturales y no obstaculizaron las instituciones públicas en España.

4.3 La hidroelectricidad: costes y recursos naturales

Los precios de la electricidad pudieron rebajarse tras la llegada de la hidroelectricidad a las ciudades, en tanto el empleo del agua redujo significativamente los costes unitarios medios de las empresas eléctricas³¹. Esta afirmación se puede corroborar, asimismo, a la vista del gráfico 4.3. Allí se han plasmado los costes unitarios de dos compañías eléctricas térmicas de ciclo completo ubicadas en Madrid, Chamberí y La Madrileña, al lado de una compañía también de ciclo completo de Pamplona, Arteta, pero que empleaba hidroelectricidad, y dos compañías que efectuaban solo los ciclos de producción y transporte, pero de gran envergadura desde sus inicios, como eran Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica Ibérica. A la vista de este gráfico 4.3, es evidente que el agua fue la clave de un nivel de precios diferente, que comparten las compañías hidráulicas, pese a ser de tamaños diferentes e incluir prestaciones diversas. Esta caída en los costes es, precisamente, la que refleja con claridad la evolución de La Madrileña, que, a partir de 1912, recibiría una parte de la energía hidráulica procedente de la Unión Eléctrica Madrileña, la cual terminaría absorbiéndola en los años sucesivos.

En términos reales, y como se puede apreciar en el gráfico 4.4, los costes de las compañías hidroeléctricas se mantuvieron relativamente constantes, una vez que se salvaron las dificultades del lanzamiento de las respectivas empresas. Asimismo, se observa una gran coincidencia en la trayectoria de los costes de HE y HI, pese a las diferencias de recursos y mercados. Y, además, se deja notar la ventaja en los momentos iniciales de las pequeñas compañías hidráulicas como Arteta que abastecen mercados también reducidos. Sus menores costes de generación y transmisión se ven con claridad, hasta que, ante el escaso incremento de su patrimonio productor, se hicieron ver los rendimientos decrecientes de sus instalaciones, a partir de 1926³².

31. En su competencia directa con el vapor, ha sido analizada para Hidroeléctrica Ibérica por F. Antolín, quien, siguiendo estudios internos de la compañía para 1903, calcula que el coste total para la industria consumidora estaba en 720 pesetas/CV/año por procedimientos alternativos a la electricidad, pudiéndolo ofrecer HI a 225 pesetas/CV/año. Antolín (2006a), p. 140. Véase también Fuentes (1907) para Cataluña. 32. Constatado por Garrués (2006b).



FUENTES: Arteta procede de Garrués (2006 b), p. 101; Hidroeléctrica Ibérica, de Antolín (2006 a), p. 186; Hidroeléctrica Española, elaboración propia a partir de Aubanell (2006), pp. 214, 226, 236 y 259. Deflactados con Prados de la Escosura (2003).

Este ahorro en los costes unitarios de la hidroelectricidad en España fue posible por la disponibilidad de un cúmulo de saltos técnicamente hábiles en territorio peninsular durante el primer decenio del siglo. Esta consistió en la condición básica de la electrificación manufacturera: varios estudios coetáneos reflejan fielmente las líneas de fondo de la configuración de los mercados eléctricos españoles, dotados precariamente de pequeños saltos de uso continuo —como eran el catalán, el valenciano y el madrileño—, pero contando con saltos de uso discontinuo, unos nueve meses/año, y de cierta potencia, explotables en un radio de 100 km-300 km respecto de los centros manufactureros³³.

El cuadro 4.4 resume los datos de las concesiones por vertientes de las estadísticas de obras públicas para 1917. De esta radiografía de la explotación hidráulica, se infiere que hasta la I Guerra Mundial se habían empleado aquellos saltos de menor tamaño, tanto en términos de potencia como en sus correspondientes de altura y caudal. Todavía en 1917 se utilizaban primordialmente corrientes de uso estacional, fluyentes, en el interior peninsular, aunque comenzaran a aplicarse sistemas de derivación y almacenamiento de agua. La potencia media de las concesiones superaba ligeramente los 600 kW y se concentraba en el Ebro, con casi un 50% del total concedido, pero con magnitudes importantes en Miño y Tajo. Las concesiones sin terminar dan cuenta, a su vez, de las expectativas de los inversores en aquel mismo momento de euforia electrificadora. Según esa segunda parte del cuadro 4.4, las denuncias favorecían aprovechamientos de mayor envergadura, superando los 5.700 kW de potencia, que explotarían alturas medias elevadas, mayores de 100 m, y caudales abundantes —de casi 10.000 l/s de media—. El reparto de la potencia era cada vez más desigual, concentrándose en torno a los saltos de las cuencas del Ebro y del Júcar, aunque se prestase una atención mayor a los saltos de cabecera de la cuenca del Guadalquivir. Este no era un caso aislado. En Francia, la diferente cronología del aprovechamiento alpino y del pirenaico, en particular de la red pirenaica, denota cómo se prefirieron siempre recursos cercanos a las concentraciones manufactureras sobre ubicaciones insólitas. Así, a un ciclo alpino —con abundancia de saltos en una zona de tradición manufacturera, siguió un ciclo pirenaico, donde los recursos son los que imponen la localización—. A esta le sucedió un ciclo Rhone-Jura, donde la tecnología que aprovecha-

³³. Se excluye aquí el mercado vasco, que se fundamentó en el aprovechamiento precoz de corrientes inmediatas a sus manufacturas. Chapa (2002), pp. 11-30.

VERTIENTE	1917, SALTOS CONCEDIDOS Y EN EXPLOTACIÓN				1917, SALTOS CONCEDIDOS PERO SIN EXPLOTAR			
	PORCENTAJE DE LA POTENCIA VERTIENTE/TOTAL	POTENCIA MEDIA EN kW	CAUDAL MEDIO (l/s)	ALTURA MEDIA EN METROS	PORCENTAJE DE LA POTENCIA VERTIENTE/TOTAL	POTENCIA MEDIA EN kW	CAUDAL MEDIO (l/s)	ALTURA MEDIA EN METROS
Duero	3,59	229	4.233	13	0,09	727	698	151
Ebro	49,45	897	3.440	37	59,11	7.835	11.878	136
Guadiana	6,34	312	3.105	38	0,05	258	6.933	8
Gualdalquivir	0,82	204	4.031	14	8,36	5.414	2.809	153
Júcar	5,43	248	3.956	17	22,25	4.928	11.439	31
Miño	9,77	675	1.979	48	4,57	2.480	4.543	128
Pirineo Oriental	4,15	809	3.649	84	1,46	6.146	5.500	60
Segura	2,19	274	5.200	13	0,99	1.673	6.155	26
Sur de España	2,55	591	973	35	0,04	708	1.106	193
Tajo	15,71	836	6.427	19	3,07	3.693	19.786	36
TOTAL	100,00	603	3.806	30	100,00	5.725	9.800	102

FUENTE: Ministerio de Fomento (1921).

ba saltos de escasa altura permitió, al fin, el aprovechamiento del gran caudal de estos ríos en zonas previamente industrializadas³⁴.

Esta lógica de ahorro energético para su evacuación en la manufactura es aquella que nutre el estudio del mercado barcelonés que realizó Ubaldo Fuentes en 1907 para la Thomson-Houston Ibérica y que puede tomarse como representativa de los criterios de localización de las compañías españolas en este período³⁵. El proyecto de abastecimiento eléctrico del mercado catalán comienza con una estimación de la demanda industrial barcelonesa, seguida del cálculo del precio de coste de la energía empleada hasta entonces por la manufactura de aquel territorio: carbón para la obtención ya fuera de vapor o de electricidad. Solo entonces se examinan los elementos naturales del entorno barcelonés: El Noguera-Pallaresa y el Ribagorzana se estiman ríos ventajosos en tanto la magnitud de su caudal y la existencia de lagos naturales de almacenamiento de agua en su curso alto facilitarían su aprovechamiento para este uso³⁶. El llano se descarta por el flujo variable de las corrientes en sus cursos medios y por la competencia con otras servidumbres. Al fin, entre ambos se prefiere el Pallaresa, toda vez que, en igualdad de costes de primer establecimiento, la distancia de los saltos a Barcelona se estima en 70 km-80 km menos³⁷. El proyecto de Fuentes continúa con un estudio pormenorizado de las instalaciones previstas, en sucesivas fases, las líneas y, sobre todo, los costes y beneficios que se esperaban obtener con su puesta en uso, eso sí, con utilidades que no presumían una fuerte oscilación de caudales.

A partir de las estimaciones sobre costes resumidas en los cuadros 4.5 y 4.6, Fuentes consideraba que un precio de 175 Pts. por HP/año resultaría competitivo con el vapor y

34. Para el particular caso pirenaico, véase Georges (1933) y Cavaille (1929?). Para el conjunto de la electrificación francesa, véase Morsel (1991b) y Levi-Leboyer y Morsel (1994). 35. Fuentes (1907). 36. Se descarta el Ebro, por su régimen de caudales variables, su falta de pendiente y su uso para riego. El Llobregat y el Ter se consideran sometidos a fuertes estiajes, lo que acrecentaría las necesidades de reserva térmica. La competencia con los usos agrícolas desaconsejaría, además, nuevas concesiones administrativas en estos ríos. Gállego, Aragón y Cinca resultan corrientes demasiado lejanas. Fuentes (1907), p. 10. 37. Fuentes (1907), p. 11. En aquel momento, la Thomson-Houston era titular de cuatro concesiones en Huesca que habían sido de U. Fuentes y que, más adelante, en 1910, volverían a sus manos. Este siguió adquiriendo concesiones en la misma provincia hasta un total de siete. Según el recuento de 1917, estas se encontraban sin terminar y alcanzaban una potencia teórica de 16.480 CV. Ministerio de Fomento (1921).

	COSTE EN FRANCO FRANCESES	POTENCIA DISPONIBLE EN HP
1 Puesta en marcha del salto, obras, canalización y equipo mecánico:		
1a Salto E (Esterrí)	2.882.500,00	8.700 (a)
1b Salto G (Espot)	3.130.000,00	10.800 (a)
Total 1a+1b	6.012.500,00	19.500 (a)
Coste por HP instalado	308,00	
2 Equipo eléctrico:		
2a Salto E	510.700,00	8.083 (b)
2b Salto G	642.750,00	10.034 (b)
Total 2a+2b	1.153.450,00	18.117 (b)
Coste 1+2 por HP instalado	395,50	
3 Líneas de transporte:	6.637.380,00	14.630 (c)
Coste 1+2+3 por HP instalado	943,50	
4 Subestaciones de transformación en Barcelona	405.250,00	14.308 (d)
5 Red de distribución en Barcelona (provisional)	750.000,00	13.592 (e)
6 Red telefónica	263.000,00	13.592
Coste total de instalación	15.221.580,00	13.592
Coste por HP	1.120,00 (f)	

FUENTE: Fuentes (1907).

a. Calculado sobre un rendimiento de las turbinas de un 75%.

b. Rendimiento de (a)*0.978*0.95.

c. Rendimiento de (b)*0.95*0.85.

d. Rendimiento de (c)*0.978.

e. Rendimiento de (d)*0.95.

f. Ubaldo Fuentes comete aquí un error de cálculo y estima que el coste por HP sería de 1.144 F.F.

abría convenientemente los costes, proporcionando, en la primera fase, un beneficio de un 7% anual sobre el capital comprometido para su realización, que él propone fuera de 17 millones de francos franceses³⁸. Este cálculo del precio de la fuerza motriz era, sin duda, optimista, tanto por el lado de la oferta, al suponer la utilización continua de los recursos y unas amortizaciones relativamente bajas, como por el lado de la demanda, puesto que estaban proyectados sobre la venta total de la energía distribuida. En realidad, para cubrir costes fijos y variables a 175 Pts./HP/año era preciso alcanzar utilidades de un 44%, unos 6.000 HP/año, bastante elevadas para la época³⁹. Las líneas de transporte representaban, según las estimaciones de Fuentes, algo más del 43% de los costes iniciales, y solo superando un 44% de utilización de la potencia instalada se lograría cubrir costes. En fin, el estudio de Fuentes evidencia que el centro de gravedad de los sistemas eléctricos que comenzaron a pergeñarse en los primeros años del siglo XX en España eran los mercados consumidores, su capacidad

38. Con ese precio, la venta reportaría 2.378.600 Pts. de ingresos. A un cambio de 1,123 por FF, estos ingresos alcanzarían en FF la cifra de 2.114.308. Bajo un coste estimado de 911.350, los beneficios netos resultarían ser de 1.202.958 FF anuales. Aproximadamente, un beneficio de un 7% sobre el capital inicial. Fuentes (1907). **39.** Fuentes calcula que, si se vendiera a 200 pesetas, bastaría con una utilización del 38% de la potencia instalada —a partir de 5.200 HP/años—, y, si se vendiera a 225 Pts., con un 33% —4.600 HP/año—. Estos precios eran competitivos en todo caso y, según sus cálculos, con los que ofrecían las termoeléctricas instaladas en Barcelona. Fuentes (1907).

	TOTAL EN FF	TOTAL / HP DISTRIBUIDO
1 Costes generales anuales		
– Incluida amortización (a)	568.832	42
– Sin amortización	461.618	34
2 Costes de explotación	342.518	25
3 Total 1+2	911.350	67

FUENTE: Fuentes (1907).

a. Amortizaciones calculadas a partir de *The Electrician* (1904).

de absorción de energía y las circunstancias de la competencia con otras energías. No obstante, las características de los saltos y la distancia al centro de consumo eran los elementos que, básicamente, definían la viabilidad del proyecto.

Pasos similares fueron los que siguieron los creadores de las grandes hidroeléctricas en los mercados vasco, valenciano y madrileño. Juan Urrutia, buen conocedor de la tecnología electrotécnica y constructiva básica, fijaba su atención siempre en las posibilidades de los mercados consumidores para luego adquirir las concesiones hidráulicas necesarias y comenzar la búsqueda del capital preciso para la construcción de saltos y redes⁴⁰. En Cataluña, Ríu, de un lado, en Capdella, y Pearson, de otro, en Tremp, cumplieron fielmente con este itinerario antes de promover sus respectivos negocios⁴¹.

4.4 Las condiciones institucionales

En España, los consumidores de electricidad, y en particular la manufactura, se beneficiaron de la disminución de los costes que la hidroelectricidad deparó a las compañías en tanto no hubo trabas administrativas que se interpusieran a la rebaja de los precios. De un lado, la reglamentación electro-técnica dotó de instrumentos eficaces a la Administración para salvaguardar la seguridad y los intereses de empresas y consumidores; y, de otro, la intervención pública en los mercados eléctricos españoles durante los años de entreguerras apenas alteró el marco liberal en que se había forjado la difusión del alumbrado. Por una parte, la regulación del acceso a las concesiones hidráulicas mereció más atención que realizaciones Y, por otra, la reglamentación de entrada a los mercados y la regulación tarifaria no impidieron la libre actuación de las empresas⁴².

La discusión sobre la reforma de la Ley de aguas respecto del acceso a los permisos de aprovechamiento hidráulico se suscitó en torno a la guerra europea. De un lado, la creciente demanda de saltos hidroeléctricos aumentó el número de usos y usuarios en litigio. La Ley de aguas no consideraba los usos industriales como prioritarios, y ni contemplaba la posibilidad de los usos múltiples ni reglamentaba el trámite de competencia entre usuarios⁴³. De otro lado, los embalses convertían cada vez más la explotación hidroeléctrica en un caso jurídico semejante al de otros usos, como la navegación, cuyas autorizaciones solo se concedían en caso de utilidad pública para acompañarse con medidas de expropiación de terrenos para acceso y remanso de acuerdo con la legislación de obras públicas⁴⁴.

40. Chapa (2002), p. 11, y Muriel (2002). 41. Con todo, el técnico canadiense no visitó los saltos de los que se extraería la energía, circunstancia que habría evitado, a juicio de algunos contemporáneos, el excesivo optimismo que destiló inicialmente su proyecto. Una aproximación reciente a Pearson, en Maluquer (2000), p. 338. 42. Las políticas de fomento: embalses y redes, se abordan en el capítulo 5. 43. El criterio válido en última instancia para discriminar en caso de concurrencia entre diversos demandantes era la fecha de solicitud ante la autoridad pública. Martín-Retortillo (1995). 44. Ley de Aguas, art. 34-146.

Según la Ley de Aguas de 1879, los permisos para uso industrial de las corrientes se otorgaban tras concesión rogada y singular. La ampliación o combinación de explotaciones debía efectuarse mediante compra de las concesiones parciales, resultando así algunas concesiones potencialmente estratégicas. Pese a que la ley previese su expropiación forzosa por causa de utilidad pública, ese margen a una eventual intervención «cuando se vieran afectados los intereses nacionales» no se reglamentó⁴⁵. Juan Urrutia denunció que sin garantías para el acceso a «tramos» completos de los ríos se entorpecía la construcción de las grandes presas. Estos diques eran imprescindibles para obtener economías de escala en la generación eléctrica, y constituían el primer paso para acometer la planificación y la coordinación de proyectos a largo plazo, con saltos en cadena y la regulación integral de las cuencas hidráulicas⁴⁶. Por lo demás, la perpetuidad de las concesiones firmes y el escaso respeto a plazos en los trámites de acceso obstruían a menudo los proyectos de la industria hidroeléctrica. La discrecionalidad en las prórrogas era manifiesta, ya que la Administración disculpaba al concesionario por toda causa ajena a su voluntad y las concesiones sin terminar solo caducaban en las contadas ocasiones en que así lo declaraba la Administración. Con estas rutinas, los permisos se podían solicitar no solo para su empleo hidroeléctrico, sino también para excluir a un tercero, amparando al *primista*. Este se hacía con concesiones, previo conocimiento de las posibilidades de una corriente, esperando adquirir rentas de situación sin realizar obra alguna y sin temor a ser desposeído⁴⁷. Tanto los depositarios de permisos sine die como los acaparadores exigían compensaciones adicionales, tratando de obtener rentas de posición. Los promotores hidroeléctricos expresaron a menudo su disconformidad con este régimen concesional que veían como una rémora⁴⁸.

La reforma de la Ley de Aguas de 1879 se emprendió durante la I Guerra Mundial, aunque hubo tentativas anteriores⁴⁹. Primeramente, se alteró mediante las disposiciones excepcionales de la Ley de Protección a las Industrias de 1917⁵⁰, y luego con el decreto que Cambó hizo público en 1918 como precedente de una supuesta nueva ley de aguas⁵¹. Este establecía un umbral de 1.000 kW para la declaración de utilidad pública a efectos de expropiación forzosa y reglamentaba los periodos de tramitación, expedición y concesión. No obstante, ni el proyecto más amplio alcanzó su trámite en Cortes, ni se arbitraron los mecanismos para hacer efectivas las expropiaciones⁵². En 1921 se derogaron también algunos preceptos de la Ley, de mano del ministro de Fomento La Cierva. Esta medida suspendía la perpetuidad de los aprovechamientos y regulaba el acceso de extranjeros a los permisos⁵³. El decreto fue matizado mediante otro promulgado en 1922 de mano de M. Argüelles. Allí se fijaba el plazo de las autorizaciones en 75 años y se señalaba que, para aquellos regulados mediante embalse y en los que resultara beneficiado el interés general, el plazo fuera de 99 años⁵⁴. Pero la reforma cuajaría durante la Dictadura, mediante el decreto Guadalhorce. Este se promulgó en 1927 y abordaba la temporalidad de las concesiones y la utilidad pública de los aprovechamientos. En primer lugar, ordenaba la declaración de expropiación forzosa en aquellos mayores de 5.000 CV, considerados de interés general⁵⁵. En segundo lugar, limitaba las concesiones de aguas públicas que pudieran ser objeto de venta o cesión por parte de sus titulares,

45. Artículo 161 de la Ley de 1879. 46. Estos juicios los compartían desde Urrutia (1918) hasta Sintés y Vidal (1933). Las circunstancias de esta limitación, en Martín-Retortillo (1995). 47. Véase García de Enterría (1955), p. 270, y Torre de Silva (1993), p. 471. 48. El debate en De la Fuente (1918), Borés (1919) y Vaquero (1919). 49. En 1900, 1902, 1910 y 1912 hubo otros intentos de reforma, sin alcanzar el trámite parlamentario. Su seguimiento, en Martín-Retortillo (1966c), p. 161. 50. En su artículo primero, se mencionaba la industria hidroeléctrica, estableciendo la expropiación forzosa de los terrenos necesarios para el remanso y la casa de máquinas de estas industrias, siempre y cuando la nueva industria fuera de una importancia cinco veces superior a la anteriormente instalada. 51. Mediante R. D. de 5 de septiembre de 1918 (*Gaceta* del 12). 52. El proyecto, en R. D. de 22 de octubre de 1918 (*Gaceta* del 23). Véase Carballo (1919). 53. La reversión era a los 65 años, según el RD de 14 de junio de 1921 (*Gaceta* del 15). La información se abrió mediante RO de 21 de julio de 1921 y fue contestada por varias entidades que abogaban por la derogación del decreto. Sintés y Vidal (1933), p. 334; García de Enterría (1994), p. 106. 54. RD de 10 de noviembre de 1922. El contenido de los debates de aquel año, en Carballo (1921). 55. RD-Ley de 7 de enero de 1927 (*Gaceta* de 8 de enero). Sobre la recepción de estas medidas por parte de la industria, véase Sánchez Cuervo (1927).

por cuanto solo podrían explotarlos los destinatarios de los permisos, y sin modificar los proyectos presentados ante el Ministerio. En tercer lugar, establecía el procedimiento de subasta, asegurándose el trámite de competencia por iniciativa de la Administración⁵⁶. Además, se designaba a las Confederaciones Hidrográficas para unificar las funciones de la administración del agua y se les asignaba la tarea de la ordenación integral de los aprovechamientos⁵⁷. El decreto Guadalhorce adscribió el agua a la tierra y afrontó con claridad, y en beneficio de las compañías eléctricas, el problema de la caducidad de los permisos: se anuló al especulador al impedir la cesión a terceros del permiso, aunque de paso se decretase amnistía para las concesiones que ya estaban en manos de las compañías⁵⁸. Otros dos aspectos que quedaban sin resolver —la división de aprovechamientos y la multifuncionalidad— se acometerían en los mismos años desde las políticas de fomento⁵⁹.

Como resultado de la labor que venía realizando la Comisión Permanente Española de Electricidad desde 1913, se promulgó el nuevo Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RD de 27 de marzo de 1919), que vino a remplazar al de 1904, y se homologaron las unidades de medida mediante el RD de 14 de julio de 1921. No obstante, fue durante la dictadura primorriverista cuando se definieron las atribuciones de la Administración central y se recortaron las de los ayuntamientos. En 1924 se dictó el Reglamento de Instalaciones Eléctricas Receptoras para resolver el pleito permanente de la seguridad de las instalaciones y de su eventual localización en el casco urbano de las poblaciones⁶⁰. Ese mismo año se reorganizó la inspección de las instalaciones y su verificación con la creación de las Inspecciones Provinciales de Industria⁶¹, de las que el cuerpo de verificadores sería personal afecto⁶², aunque el contencioso pendiente sobre el hurto y fraude por parte de los consumidores domésticos continuase mereciendo la atención de los legisladores y, sobre todo, de los tribunales⁶³.

Tras la promulgación del Estatuto Municipal de 1924, en abril de ese mismo año el suministro comercial de energía eléctrica se declaró servicio público, arguyendo que las compañías disfrutaban de un dominio público concedido graciosamente —las corrientes de agua—⁶⁴; y, en julio, se determinaron asimismo las atribuciones de los ayuntamientos⁶⁵. Esta reglamentación resolvió la obligatoriedad de suministro por parte de las compañías y consagró la intervención pública en este terreno normalizador⁶⁶.

En materia de acceso a los mercados eléctricos, el Decreto de 1924 que declaró este suministro como servicio público normalizó las condiciones de regularidad en el servicio, pero la entrada en los mercados eléctricos urbanos continuó siendo libre. Como queda dicho, las corporaciones locales venían controlando la concesión del alumbrado público desde el siglo anterior, pero rara vez se habían hecho cargo de este servicio o de la distribución en baja tensión, que quedó en manos de empresas privadas sometidas a regulaciones concernientes

56. Se ofrecía, además, el plazo de un año para la revisión transitoria de las explotaciones existentes y de aquellas en tramitación. Esta disposición vino precedida por otras que agilizaban la concesión de saltos provisionales y el acceso a sus fincas adyacentes para realizar los estudios y tanteos correspondientes. R. D. de 16 de mayo 1925 (*Gaceta* del 17). 57. No entro aquí en la extensa tarea de las confederaciones que ha sido analizada cabalmente por Fernández Clemente (2000) y Melgarejo (2000). Los aspectos que aquí describo, en Martín-Retortillo (1966b), p. 116, y Gallego Anabitarte (1986), p. 592. 58. García de Enterría (1955), p. 272. Los cambios institucionales de la política hidráulica de la Dictadura, en Fanlo (1996), pp. 90 y ss. 59. Martín-Retortillo anticipa la resolución del problema de la división de aprovechamientos a 1927 con el decreto Guadalhorce, que obligaba a la competencia de proyectos y exigía escoger el mejor. Martín-Retortillo (1995), p. 182, nota 56. 60. Este reglamento se promulga el 25 de febrero de 1924, complementado al Reglamento de Establecimientos Clasificables —como incómodos, insalubres y peligrosos— de 17 de febrero de 1925. 61. Mediante RO de 25 de enero de 1924. 62. Según RD de 22 de noviembre de 1924. 63. Al cabo, con el RD de 14 de diciembre de 1923 se consentía en un procedimiento para que las empresas pudieran solicitar los servicios de los verificadores y comprobar la correcta medición de los contadores y de las instalaciones. 64. RD de 12 de abril de 1924 sobre suministros de electricidad, agua y gas que convertía su suministro comercial en servicio público. 65. Reglamento (incompleto) aprobado por el RD de 14 de julio de 1924 sobre Obras, servicios y bienes municipales, artículo octavo —servicios municipales—, del título segundo del capítulo segundo sobre viabilidad, comunicaciones, agua y electricidad, en la sección tercera sobre servicios de electricidad. 66. Durante el decenio posterior se continuaron actualizando los procedimientos de medición y se reglamentaron las instalaciones receptoras, completando así el ciclo de disposiciones. El reglamento de contadores se actualizó mediante R. D. de 19 de marzo de 1931, y el Reglamento de Instalaciones Eléctricas Receptoras fue de 1933.

a la seguridad de las instalaciones y al pago de los correspondientes derechos por ocupación de la vía, tendido de líneas, etc. Mientras, en otros países, la consideración del suministro eléctrico como bien público, la necesidad de ingresos por parte de los ayuntamientos y los elevados beneficios esperados por su gestión llevaron primero a regular la entrada mediante concesión, como en Portugal, por ejemplo, y luego a municipalizar el servicio de distribución, como en Alemania o Italia⁶⁷.

Este acceso desregulado a los mercados animó la proliferación de empresas, y facilitó, por tanto, la competencia en algunos períodos, con la consiguiente caída de los precios, y, en otros períodos, la proliferación de convenios y, por tanto, la estabilidad. Tal es lo que se conoce de los mercados de Madrid, Barcelona y Valencia, donde las traídas eléctricas propiciaron fases de competencia que se demostraron muy propicias para la extensión de la electricidad. En Madrid, por ejemplo, tras la traída de hidroelectricidad de Santillana antes y luego de Molinar y Bolarque, se trató de firmar convenios antes de la llegada masiva de la hidroelectricidad en 1910, pero se desató un período de fuerte competencia y caída de los precios que se cerró con la formación del duo-polio a partir de 1913. Este se vería amenazado en otras dos ocasiones, con el proyecto de Saltos del Alberche primero y, luego, con la llegada de la electricidad de Saltos del Duero. En en estas dos últimas ocasiones prevaleció el acuerdo previo y las Administraciones no intervinieron⁶⁸. En Barcelona, la competencia se adelantó incluso a la llegada de la hidroelectricidad⁶⁹, mientras que en Levante la competencia se prolongó, y se agudizó, durante el decenio de 1920 y primeros treinta, con la intervención del capital internacional a través de la REVA y luego de la LUTE⁷⁰. Solo en aquellos lugares donde no existió apenas amenaza de competidores importantes, como en el País Vasco —aunque allí abundase la autogeneración—, parece que los precios se mantuvieron relativamente altos⁷¹.

A cambio, este acceso desregulado a los mercados eléctricos favoreció que las empresas españolas mostraran durante el primer tercio del siglo XX una elevada tendencia a la integración de los sucesivos ciclos —generación, transporte y distribución—, más evidente cuando se compara con otros países. En Italia, por ejemplo, se ha demostrado que la municipalización fue decisiva para obstruir la integración vertical de estas empresas⁷².

En materia tarifaria, las compañías eléctricas disfrutaron asimismo de un marco desregulado hasta 1916, cuando se congelaron para luego exigir su publicidad como en Francia y Bélgica. Se impidió reiteradamente el cobro por la carga contratada y se mostró indecisión en la persecución del fraude, aunque se hiciera la vista gorda de las irregularidades del suministro por parte de las compañías distribuidoras⁷³. Las primeras disposiciones reguladoras sobre venta de fluido llegaron durante la inflación bélica, en 1916, cuando los precios de la electricidad pasaron a ser considerados subsistencias y se congelaron, coincidiendo con un momento de incremento de los costes unitarios de las empresas por el aumento del precio del carbón⁷⁴. Esta congelación se corroboró por la Real Orden de 1920, y poco después, por aquella de 1922, que exigía recabar la autorización del Gobierno para cualquier cambio en las

67. Véase capítulo 2. 68. Tedde y Aubanell (2006), pp. 199 y 216-222. 69. Urteaga (1994). 70. Tedde y Aubanell (2006), pp. 218, 219 y 239-241. 71. Los precios de HI eran en los primeros treinta un 30% más elevados que en los territorios servidos por Viesgo. Tedde y Aubanell (2006), p. 265, y Antolín (2006a), p. 179. 72. Balzani y Varni (1992) y Bartolomé (2003), c. 3. 73. Carlos Mendoza había elaborado un chascarrillo a propósito: «Sólo en una cosa estamos casi todos los españoles en perfecto acuerdo. [...] Es a saber: Que las Compañías se pasan la vida mejorando y engordando a costa de la sangre que le chupan al público. Y solamente una despreciable minoría opina de otro modo. A saber: que las Compañías en España son, en su inmensa mayoría, un conjunto de infelices capitalistas que invierten su dinero en empresas de utilidad general, para estar a merced de un Consejo de Administración que Dios sabe lo que resultará, de un público a quien sirven que las tacha de ladronas siempre, y de los errores, desaciertos o veleidades del primer Ministro que le venga en mano comprometer sus intereses en una disposición mal meditada. Pero, desgraciadamente, no es esto todo lo que ocurre. Sino lo otro. ¡¡¡Que nos chupan la sangre... la sangre!!!». Mendoza (1908), *El Ingeniero*, p. 27. 74. Tal fue el caso de las empresas madrileñas, que, aunque disfrutaron de las ventajas que proporcionaba el uso del agua, sus costes no tardaron en incrementarse. Las centrales de reserva absorbían mucho carbón y este estaba tasado. Gallego (1918), p.1. Véase, asimismo, Sintés y Vidal (1933), pp. 381 y ss.

tarifas⁷⁵. Asimismo, tras el establecimiento de la Junta Central de Abastos en 1923, y la creación de las juntas provinciales, se hizo depender de aquella toda modificación tarifaria a petición de las compañías y se normalizó el trámite⁷⁶.

Así, en vísperas de la guerra civil, el suministro eléctrico era un servicio público regulado que actuaba en régimen de precios autorizados, pero no uniformes. Cada compañía disponía de los propios y el ajuste legal de los precios a los costes se efectuaba primordialmente discriminando las tarifas según usos y usuarios, con los que se negociaban contratos particulares y habitualmente secretos. En consecuencia, las empresas suministradoras procedieron a firmar entre ellas convenios de auto-regulación para evitar la competencia. La evolución del sistema tarifario en España favoreció, sin duda, la caída de los precios en los primeros años de traídas hidroeléctricas, aunque, a la larga, el predominio de las tarifas lineales pudo reforzar la tendencia hacia los consumos no intensivos, manufactureros y lumínicos, de la electrificación española⁷⁷.

4.5 Invertir, construir y ocupar mercados: la tarea de las compañías

Con el trasfondo de una legislación permisiva y de unas condiciones naturales favorables a una explotación hidroeléctrica de tipo medio, las compañías eléctricas españolas fueron las que protagonizaron la gran transformación del panorama energético español. Como se adelantaba en el capítulo 1, la inversión en eléctricas creció sostenidamente, hasta convertirse en el decenio de 1920 en el principal destino del capital español. En peseta constante, tal y como se puede comprobar en el cuadro 4.7, la inversión en infraestructura fue importante hasta 1917, pero desde entonces se aceleró, hasta culminar en 1930, con la inversión principal en obras y equipos de Saltos del Duero. Si se observa la inversión por partidas anuales, destaca 1901 con la constitución de Hidroeléctrica Ibérica, 1907 con la aparición de HE y, sobretodo, 1911, donde se concentra la constitución de Energía Eléctrica de Cataluña y la Barcelona Traction y todo su conglomerado financiero. El año 1920 también sobresale por la incorporación de Electra de Castilla, Cooperativa de Fluido Eléctrico y, sobre todo, la CHADE, constituyendo el volumen de los recursos básicos de esta última una sexta parte del total invertido en España en aquella fecha⁷⁸.

Como bien sabían los promotores internacionales, si hasta 1900-1905 la clave del éxito de las compañías eléctricas residió en el acceso a la maquinaria y en crear un mercado ad hoc para sus aplicaciones urbanas o intensivas, desde entonces, las empresas hidroeléctricas triunfaron cuando fueron capaces, primeramente, de allegar capital para comprar maquinaria y para adquirir concesiones; para, luego, ser capaces de erigir la obra civil necesaria y demostrar el aprendizaje electrotécnico adecuado para gestionar sistemas eléctricos. Baste un ejemplo: Eugenio Grasset. A principios del siglo XX, este contaba en su haber con dos de los que se creían elementos básicos para convertirse en un gran promotor hidroeléctrico. Grasset disponía de un importante número de permisos hidráulicos en Córdoba, Jaén, Logroño, Álava y Guizpuzcoa, a los que luego sumaría concesiones en Portugal y, desde 1906, algunas

75. R. O. de 14 de agosto de 1920 y R. O. de 31 de octubre de 1922, que vio la luz con ocasión de la petición de elevación de tarifas por parte de las compañías madrileñas. 76. Mediante R. O. de 12 de diciembre de 1923. La declaración del suministro de utilidad pública por R. D. de 12 de abril de 1924 señalaba que las tarifas habrían de ser aprobadas por la Administración en el momento de la concesión del aprovechamiento y comunicadas al verificador competente. El Estatuto Municipal insistía asimismo en la obligación de las empresas de no alterar los precios. Durante la República, Decreto de 5 de diciembre de 1933, se añadió la obligatoriedad de la publicación de las tarifas en los Boletines Oficiales de las provincias. 77. Lo paradójico del caso es que, con el solo mecanismo de la discriminación, se tenían que repercutir sobre los consumidores de punta —domésticos preferentemente— todos los costes fijos, gravándolos diferencialmente. Pero, de hecho, las tarifas para electricidad en consumos domésticos eran comparativamente más bajas en España que aquellas aplicadas a los consumos industriales. La aplicación de elasticidades inversas podría explicarlo. Véase Bartolomé (1995). Un argumento similar es el de Aubanell para explicar las diferentes políticas de las compañías madrileñas hacia los consumidores en alta y en baja. Aubanell (2001), p. 363. Monopolio natural en Madrid, Aubanell (2005). 78. Herranz calculó el valor del *stock* neto de las infraestructuras españolas hasta la guerra civil. Según sus cálculos, el valor de las instalaciones de la red eléctrica española —excluidos embalses y otras obras hidráulicas— alcanzaba casi un tercio de los ferrocarriles y la mitad del valor del conjunto de las carreteras del Estado. Herranz (2004), p. 136.

RELACIÓN DE RECURSOS BÁSICOS DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS QUE REALIZABAN SU ACTIVIDAD EN TERRITORIO ESPAÑOL, CON KW INSTALADOS EN DISTINTAS FECHAS (a)

CUADRO 4.7

En peseta constante de 1913

	KW INSTALADOS (b)	RECURSOS BÁSICOS (c)	RECURSOS BÁSICOS POR kW
1917	499.504	484.708.762	970,38
1925	912.853	1.565.524.880	1.714,98
1930	1.208.506	2.304.345.216	1.906,77
1935	1.619.099	2.304.146.274	1.423,10

FUENTES: AFSAE, anejo 1 y Prados (2003) para los índices de precios.

- a. Excluida la CHADE y la Electra del Lima.
 b. AFSAE, fechas respectivas.
 c. Anejo 1.

importantes en el Esla, germen de Saltos del Duero. Grasset podría ser confundido fácilmente con un mero acaparador de concesiones, pero no, era distribuidor oficial y representante en España de la casa Brown-Bovery, compañía suiza principalísima de material electrotécnico. Colaboró con Hidroeléctrica Ibérica en la construcción de Molinar y emprendió por sí mismo la construcción del salto sobre el Lima. Constituyó incluso un pequeño grupo en el que destacan sociedades como Salto del Cortijo en La Rioja, pero el esfuerzo inversor a gran escala de la industria hidroeléctrica era muy exigente, y Grasset no pudo o no supo combinar acceso al capital y capacidad constructiva en las dosis que dispusieron Juan Urrutia en las Hidroeléctricas y Orbegozo en Saltos de Duero. Mantuvo algunas sociedades, de este y de otros negocios, vendió Lima y fue asesor de Orbegozo, quien primeramente había trabajado bajo su mando⁷⁹.

Hace algunos años que se conoce cómo funcionaba el conglomerado internacional que Pearson creó para internacionalizar la industria hidroeléctrica primero en Sudamérica y luego en Europa⁸⁰. Su capacidad de drenar capitales, junto con su departamento de proyectos, apto para poner en marcha sistemas hidroeléctricos en cualquier parte de mundo, lo convirtió en una organización eficaz para emprender a gran escala este negocio. Su aprendizaje previo con la puesta en marcha de los sistemas del Norte y Sur de América fue más decisivo para el éxito inicial de su experiencia catalana, muy necesitada de capital y de sofisticación ingenieril, que su siempre discutida conexión con la Sofina⁸¹. En el terreno constructivo, se conocen desde hace algún tiempo con bastante detalle los trabajos de Energía Eléctrica de Cataluña en Capdella⁸² y de Chorro en Andalucía⁸³, pero han sido las investigaciones de Chapa acerca de Saltos del Duero y luego de la Ibérica e Hidrola los que recientemente han desvelado esta faceta del éxito de las grandes compañías españolas⁸⁴.

Desde 1901 y hasta la inauguración de Millares y Saltos del Duero en el decenio de 1930, el modelo hegemónico constructivo consistió en un tipo de salto que aprovechaba localizaciones donde se explotaban alturas importantes mediante canales de derivación. Estas conducciones al aire o soterradas constituían en sí mismas obras de ingeniería del más alto nivel, que se complicaban con los depósitos naturales de agua, o pequeños embalses de acumulación, en su cabecera y en su extremo. Incluso con caudales magros, las potencias logradas eran importantes debido a la aceleración que el agua alcanzaba en las casas de

79. Bartolomé (2007), p. 10. 80. Armstrong y Nelles (1986). 81. Sureda (1959). 82. Sánchez Vilanova (1992). 83. Bernal (1994). 84. Chapa (1996, 1999 y 2002).

máquinas de centrales, dotadas de turbinas de cámara cerrada preferentemente tipo Francis. La maquinaria era suiza o alemana, con predominio de las casas Escher-Wyss y Voith, respectivamente, y, para evitar las habituales avenidas, los equipos hidráulicos se colocaban a menudo sobre eje vertical. La maquinaria eléctrica también tenía esa procedencia: Siemens y Brown-Bovery, antes, y luego también General Electric⁸⁵. Las centrales se articulaban en sistemas de generación para el mejor aprovechamiento de altura y caudal y combinaban sucesivas centrales de derivación con otras a pie de presa. Ejemplos de estos aprovechamientos en escalera son, por ejemplo, los tempranos de Tresp o aquellos más sofisticados del alto Cinca de Hidroeléctrica Ibérica de 1915. Estas centrales se planificaban para caudales medios, que no solían superar los 9 meses de disponibilidad. De las centrales partían las redes de transmisión, y complejos sistemas de elevación y transformación de la potencia permitían su traslado hasta los centros de consumo con las menores pérdidas⁸⁶.

Este modelo era el que conocía bien Juan Urrutia por su experiencia en la construcción del salto sobre el río Bayas para la Eléctrica del Gorbea, y por su recorrido como gestor, pues fue director de la Compañía Eléctrica de San Sebastián. Y el modelo lo desarrollaría luego en Hidroeléctrica Ibérica desde 1901⁸⁷. En efecto, Urrutia promovió una cultura de empresa en que la construcción civil se internalizaba, al asumirla la propia promotora —desde el diseño hasta el seguimiento del proyecto a pie de obra—, y la instalación de la maquinaria más sofisticada de los sistemas de transmisión y transformación era el único proceso que se dejaba en manos de técnicos especializados ajenos a la empresa. Juan Urrutia organizó en los casi 25 años de su labor un auténtico equipo de investigación y desarrollo de sistemas eléctricos que comprendía la localización y la compra de saltos —exploraciones y tanteos—, la compra de pequeñas empresas ya en funcionamiento, la construcción de saltos para la empresa y para las del grupo directamente interesado y la construcción para otros, como en el caso de Viesgo y del Salto del Cortijo en Logroño en 1916, a los que después se compraría energía⁸⁸. Y este era el *cursus honorum* de la empresa: Enrique Uriarte e Ignacio de Pinedo, ambas, importantes figuras de la gestión del grupo hidroeléctrico durante la posguerra, habían sido antes ingenieros a pie de obra en Lima y Cinca, el primero, y en el montaje de la maquinaria de Millares, el segundo⁸⁹.

El otro pie de este negocio era la disponibilidad de capital abundante para invertir en períodos sucesivos, pero breves, en activos fijos y duraderos que se amortizarían en el muy largo plazo. Hoy se conocen en detalle las inversiones internacionales iniciales y aquellas correspondientes al decenio anterior a la guerra civil⁹⁰, pero ha sido Valdaliso quien ha indagado con pormenores en el papel de la banca vasca, Bancos de Vizcaya y Bilbao, en la electrificación española. Según sus trabajos, la disponibilidad de capital en los primeros años del siglo XX en el entorno vasco se debió a la reinversión de los beneficios de un desarrollo industrial previo de gran intensidad y envergadura, al tiempo que al incremento de los depósitos en las entidades financieras a causa de la repatriación de patrimonios americanos. En efecto, antes de la guerra civil, parece que eran unos pocos accionistas significados quienes suscribían la mayoría de los títulos emitidos por estas compañías eléctricas y que, en ocasiones, crearon sindicatos a fin de asegurar su suscripción⁹¹. El Banco de Vizcaya tuvo un protagonismo inicial controvertido en el nacimiento de Hidroeléctrica Ibérica, pero sin discusión desde 1907. Desde entonces y hasta 1925 financió a corto, pero sobre todo a largo plazo, manteniendo la propiedad directa de acciones y obligaciones, e intermediando y garantizando sus suscripciones con el apoyo de otros bancos colaboradores. A partir de 1918, tras la cesión de Electra del Viesgo al Santander, la política del Vizcaya consideró la disminución de su cartera de títulos y se centró en el diseño de la estrategia corporativa⁹².

85. Smith (1919) y Nadal (1992), pp. 75-81. 86. Allí se combinaban con térmicas de reserva durante los estiajes. 87. Su formación y capacidad de dirección estratégica, en Antolín (1999), Muriel (2002), p. 30, y Díaz Morlán (2006b). 88. A partir de las informaciones de Chapa (2002), pp. 11-30. 89. UEM también construía, y no sin dificultades. Urra (1972), p. 5. Saltos de Dueño, en cambio, diseña pero luego contrata buena parte de las obras. Por ejemplo, el primer túnel lo lleva a cabo Aguirre Gonzalo al mando de Agromán. Chapa (2002), p. 139. 90. El informe desvelador sobre La Canadiense, en Sureda (1959). Los Certales (2005), para las alemanas. 91. Valdaliso (2006), pp. 99 y 108. 92. Maluquer (2006), p. 61; Valdaliso (2006), p. 108.

En peseta constante de 1913

BANCO/GRUPO	SOCIEDADES	RECURSOS BÁSICOS	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE RRBB EN 1930
Banco Bilbao	2	38.128	1,26
Banco Bilbao e Hispano Colonial	4	376.993	12,42
Elektrobank	3	594.069	19,57
Riegos y Fuerzas del Ebro	19	787.545	25,94
Banco Urquijo	8	248.029	8,17
Banco de Vizcaya	14	306.619	10,10
Vizcaya y Español de Crédito	2	240.758	7,93
Vizcaya y Central	3	50.606	1,67
TOTAL	55	2.642.748	87,06

FUENTE: Elaborado a partir de AFSAE (1930).

a. De las sociedades eléctricas españolas, se han excluido para estos cálculos aquellas con actividad fuera del territorio español.

El relevante papel del Vizcaya podría oscurecer el de los otros bancos, que, sin embargo, participaron activamente en la promoción de las empresas eléctricas. El Vizcaya estuvo presente en el conjunto de las Hidroeléctricas —Ibérica, Española y Viesgo, hasta 1916, por orden de constitución—⁹³. Pero otros bancos, como se ve en el cuadro 4.8, participaban en los consejos de las compañías eléctricas: El Urquijo en la UEM y, con posterioridad, en Hidroeléctrica del Cantábrico; durante el decenio de 1920, se observa la presencia de consejeros del Español de Crédito, a través de César de la Mora, en las empresas participadas por el Vizcaya; y también la casa Aldama —Banco Central—, que estaría presente en la conformación de Hidroeléctrica Española y sus empresas satélites⁹⁴. El proyecto de SD, por lo demás, pondría más adelante en juego al Bilbao, que, solo o junto al Banco Hispano-Colonial, participaría en las empresas de mayor crecimiento relativo del período.

En realidad, de los más de 21.000 millones de pesetas de 1935 que, en junto, conformaban la cartera de acciones desembolsadas y de obligaciones en circulación del total de las sociedades anónimas españolas en aquel año, el sector eléctrico contribuía a esta magnitud con partidas nada desdeñables. Según mis estimaciones, los recursos básicos de las empresas eléctricas constituían algo más del 20% del total invertido en sociedades anónimas en España en aquella fecha⁹⁵. Si se consideran tan solo las empresas de mayor tamaño, la importancia de las eléctricas es aún mayor⁹⁶. Sin duda, y a la vista de los propios contemporáneos, las compañías eléctricas conformaban el fenómeno empresarial y financiero más relevante del primer tercio del siglo XX⁹⁷.

93. Estos conformaban el llamado Grupo Hidroeléctrico, cuya hegemonía le correspondía indiscutiblemente al Vizcaya. Este grupo estaba a la cabeza de los mercados del interior peninsular, de la fachada cantábrica y del levante, exceptuada Cataluña. Se había hecho además presente en el mercado andaluz, a través de Mengemor, y mantenía también algunos consejeros en Sevillana, aunque se sabe que, allí, de manera testimonial. En junto, el grupo participaba en al menos 27 sociedades, cuyos recursos superaban los 850 millones de Pts. de 1930. **94.** Tedde y Aubanell (2006). **95.** Los recursos básicos —capital desembolsado más obligaciones en circulación— de las empresas eléctricas españolas en 1935 superaban los 4.300 millones de Pts. corrientes, según mis estimaciones. **96.** Con las 200 mayores empresas españolas, la electricidad, junto con el gas y el agua, supondría el 27% de sus activos. Carreras y Tafunell (1993), p. 29, cuadros 1 y 2. **97.** Sintés y Vidal (1933), introducción.

CRECIMIENTO DE LA INVERSIÓN REAL EN LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS ESPAÑOLAS EN TASAS ANUALES ACUMULATIVAS, POR PERÍODOS

CUADRO 4.9

AÑOS	1 CAPITAL NOMINAL	2 CAPITAL DESEMBOLSADO	3 OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN	4 RECURSOS BÁSICOS
1900/1910	6,70	6,85	2,73	4,90
1910/1917	-3,04	-3,12	-3,15	-3,14
1917/1925	14,37	5,02	19,88	15,78
1925/1930	9,07	10,89	5,53	8,04
1930/1935	2,86	3,18	0,13	1,72

FUENTE: Cuadro 1, anejo 3.

COMPOSICIÓN DE LOS RECURSOS BÁSICOS DE LAS SOCIEDADES ELÉCTRICAS

CUADRO 4.10

%		
AÑOS	CAPITAL EN ACCIONES	OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN
1900	48,13	51,87
1910	57,88	42,12
1917	57,93	42,07
1925	44,46	55,54
1930	50,62	49,38
1935	54,36	45,64

FUENTE: AFSAE, fechas respectivas. 1900 y 1910, con datos procedentes de 1917.

Con todo, y según mis propias estimaciones, el aumento de los capitales invertidos en eléctricas entre 1917 y 1935 siguió un ritmo descendente. Como se infiere del cuadro 4.9, al crecimiento intensísimo de la posguerra europea, siguieron aumentos cada vez más moderados en los recursos básicos de las empresas eléctricas. En términos reales, de tasas de incremento anual acumulativo cercanas al 16% se pasaría a aumentos cada vez menores. Este perfil del crecimiento de la formación de capital de las eléctricas españolas contrasta con el crecimiento de la capacidad productiva del sector examinado en el capítulo 1⁹⁸. La razón estriba en que en el sector eléctrico los ciclos constructivos y aquellos de inversión no se correspondían estrictamente: las inversiones se anticipaban en un quinquenio aproximadamente a la puesta en marcha del establecimiento. Además, parece que aún en el decenio de 1935 tenía poco efecto el fenómeno de la duplicación de valores observado en otros países⁹⁹. Mientras que en Italia, por ejemplo, la relación entre el inmovilizado y el conjunto del activo fue en detrimento del primero, algunas empresas españolas muestran que aquí se estabilizó e incluso creció¹⁰⁰.

Las variaciones en la composición de los recursos básicos reflejan un paulatino aumento de los recursos ajenos, aunque en períodos cortos y expansivos el capital accionario se impulsó. Según es posible apreciar en los cuadros 4.11 y 4.12, el aumento abultado de la fase de posguerra europea fue a expensas primordialmente del crecimiento de las obligaciones en circulación, que superaban en más de un 10% al capital accionario de las compañías en 1925.

98. Véase Carreras (1990b). 99. Zilli (1993) y Storaci y Tattara (1998). 100. Tal es el caso de la HE, y en menor medida, de UEM, según Cayón (1997), p. 68, c. 24.

Promedios en miles de Pts. corrientes

AÑO/ PERÍODO	SOCIEDADES POR CATEGORÍAS	1 NÚMERO DE SOCIEDADES	2 CAPITAL DESEMBOLSADO	3 OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN	4 RECURSOS BÁSICOS
1917		280	1.660,76	1.205,94	2.866,71
1917-1925	Supervivientes	223	2.674,71	3.850,88	6.525,59
	Nuevas	247	2.851,40	3.090,35	5.941,75
	Desaparecidas	57	762,14	69,23	831,36
1925		476	2.766,40	3.456,24	6.222,63

FUENTE: AFSAE, años respectivos.

A partir de 1925, las empresas aumentaron sus capitales propios. Estas tendencias concuerdan con mis cálculos de rentabilidad, que muestran su orientación creciente y un punto mayor en el dividendo accionario respecto al interés fijo de las obligaciones¹⁰¹.

Se mantuvo, pues, durante todo el período un alto grado de endeudamiento a interés fijo en la inversión en eléctricas —por encima del 42% del total de los recursos básicos— y, contra lo que cabría esperar, la inversión se ralentizó desde 1917 en adelante¹⁰². Algunos coetáneos creían que los capitales invertidos en el sector eléctrico español no eran muchos y lo atribuían al predominio de instalaciones sencillas, frente a los grandes aprovechamientos europeos, pero se diría que obedeció más bien al lento proceso de concentración de mercados¹⁰³.

Según se observa en el cuadro 4.11, entre 1917 y 1925 el número de compañías eléctricas creció ostensiblemente, para ir disminuyendo lentamente a partir de entonces. Se diría que, una vez ocupados los mercados, habría comenzado poco a poco un proceso de selección y de concentración en torno a los grandes núcleos, o subsistemas. Ahora bien, entre 1917 y 1925 aparecieron un mayor número de nuevas empresas que aquellas que habían sobrevivido del período anterior, abandonando, en contrapartida, muy pocas razones sociales.

En términos funcionales, tanto en 1917 como en 1930 en España predominaban todavía las sociedades no especializadas que cubrían todos los ciclos (véase cuadro 4.12). Entre otras causas, un acceso a los mercados eléctricos de distribución apenas intervenido indujo a las compañías productoras a integrarse verticalmente, a fin de apoderarse de los mercados urbanos, dejando a las distribuidoras los mercados de pequeño tamaño. Solo en algunos de los mercados de distribución urbanos del Este peninsular, esto es, Valencia, Alicante y Cartagena, junto con Barcelona y Guipúzcoa, aparecían empresas de una cierta magnitud para la distribución en esas ciudades, mientras que el resto de las distribuidoras se correspondería con compañías de muy escaso tamaño¹⁰⁴. No obstante, si se contrastan los

101. Anejo 3, cuadro A.3.1. Véase también Tafunell (2000), p. 80. **102.** Quizá esto pudiera explicarse entonces por la duplicación de capitales en la Barcelona Traction, si bien es poco probable, pues el agudamiento continuaba en 1935. Sureda (1959). **103.** «Comparada con la potencia y la producción de las instalaciones, la suma de los capitales que representan parecería quizás poco elevada (3.000 millones de Pts. de inmovilizados en las centrales generatrices, líneas de transmisión de energía a alta tensión, estaciones transformatrices y redes de distribución), pero se justifica considerando: primero, la potencia de estas centrales era de débil importancia hasta hace quince años [...]». Sánchez Cuervo, por la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad, en el IV Congreso de la Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica, París, 1932, según un extracto en Sánchez Cuervo (1933b), p. 7. **104.** Bien es cierto que en Madrid y en Bilbao también funcionaban distribuidoras, aunque en la primera esta no copara todo el mercado y en la segunda fuera una de las escasas compañías municipalizadas. La presencia de compañías en el País Valenciano, Madrid y el País Vasco tiene que ver con la estrategia de no integración vertical seguida preferentemente tanto por HI como por HE. Aubanell (2001) y Antolín (2006b).

FUNCIÓN	1917		1930	
	NÚMERO DE SOCIEDADES	PORCENTAJE DE RECURSOS BÁSICOS/ TOTAL	NÚMERO DE SOCIEDADES	PORCENTAJE DE RECURSOS BÁSICOS/ TOTAL
Productoras	22	6,30	70	13,98
Distribuidoras	51	14,79	103	8,89
Integradas	206	78,78	280	76,80
Promotoras	1	0,12	11	0,33
TOTAL	280	100	464	100

FUENTE: *Anuario Financiero y de Sociedades Anónimas* (1917 y 1930).

índices de Gini para 1917 y 1930 de las empresas españolas y aquellas italianas, sorprende el mayor grado de concentración de las españolas para ambas fechas¹⁰⁵. Empleando otro procedimiento, utilizado por Giannetti, se observa el elevado porcentaje del capital total en acciones de estas empresas, que corresponde a las 10 mayores¹⁰⁶. Al cabo, la industria eléctrica española habría adquirido una estructura vertical integrada y concentrada, que convivía con muy pequeñas entidades, que suministraban núcleos dispersos.

4.6 Nota final

Al cabo, el arranque del crecimiento sostenido de la industria eléctrica en España coincidió con el brote electrificador que en torno a la I Guerra Mundial se inició en diversas regiones. Estos brotes fueron de dos tipos principales. Por una parte, el ejemplo catalán muestra que la sustitución de energías alternativas fue esencial allí donde existía una tradición manufacturera lastrada por una histórica constricción energética. Por otra, la electricidad propició nuevos territorios para la industrialización, entre los que destacan Madrid y Aragón, ambos con la incorporación de nuevos consumidores industriales. Ahora bien, mientras que en Aragón la disponibilidad de recursos naturales ventajosos fue básica para el surgimiento de algunos consumidores intensivos, en Madrid fue la demanda amplia de su entorno la que incentivó un proceso de sustitución de trabajo no cualificado por maquinaria eléctrica. De este modo, mientras que la electricidad ganaba terreno en el consumo eléctrico bruto, apenas se alteró la intensidad energética de la economía española considerada globalmente.

En su conjunto, la evolución de los precios de las energías alternativas y de otros factores de producción, particularmente el trabajo, fue decisiva en esta electrificación de la manufactura. No obstante, conviene recordar la relevancia que en la viabilidad de este sector en España tuvo la disponibilidad de recursos naturales adecuados, unas condiciones institucionales propicias y unas empresas capaces de acometer las tareas iniciales de esta industria de suministro eléctrico, es decir, financiar y construir.

El aspecto de esta industria eléctrica era dual: el grueso lo constituían empresas integradas y de gran envergadura; a su lado, un pequeño pero nutrido grupo de pequeñas compañías dedicadas a la distribución en zonas periféricas.

¹⁰⁵. Utilizando el mismo método que Giannetti en 1985, obtengo que la R de 1917 española sería 0,68, frente a 0,50 de la italiana, y que, en 1930, el índice español alcanza 0,82 y el italiano, 0,40. Giannetti (1985). Mis datos proceden de AFSA (1917 y 1930). ¹⁰⁶. Para Giannetti son las 8 mayores y corresponderían al 43% y 41% para 1917 y 1930, respectivamente, mientras que, según mis cálculos para España, contabilizando las 10 mayores —sin considerar que algunas adquirirían varias denominaciones según su función—, los porcentajes alcanzan el 49,17% y el 62%, respectivamente, del conjunto del capital desembolsado en ambas fechas. Giannetti (1985) y anejo 3.

5 Las estrategias corporativas de los grupos bancarios y la lenta integración de los mercados eléctricos españoles (1925-1935)

El parque hidroeléctrico español había crecido a buen ritmo hasta 1925, aunque el predominio de su empleo por la manufactura abocase a rendimientos irregulares del conjunto de la maquinaria eléctrica. No obstante, a partir de entonces su progresión se desaceleró. Una vez agotada la disponibilidad de saltos de tipo medio, las condiciones naturales de las ubicaciones aptas para la explotación hidráulica en la segunda mitad de 1920 precisaban la construcción de grandes diques que regularizasen por completo el caudal de los ríos. El previsible aumento de los costes de instalación no se ajustaba a un consumo que crecía a expensas de la iluminación y la manufactura. El incremento de estos empleos, coincidente con los períodos de punta del sistema, podía exacerbar aún más las necesidades de aumento del equipo de generación. Se daba así la paradoja de que, mientras la maquinaria hidráulica española presentaba bajos rendimientos —sobrepasando a duras penas las 2.500 horas de utilización en 1935—, se garantizaba con dificultad la continuidad del servicio en las horas punta. Se recurría entonces a las reservas térmicas, pero incurriendo así en mayores costes unitarios de explotación.

Ante una situación semejante, durante el período de entreguerras la intervención pública salvó a los sistemas eléctricos francés e italiano de un previsible colapso. En Francia, las autoridades financiaron presas y contribuyeron al tendido de líneas de interconexión. En Italia, se auxilió a la construcción de los diques, constituyéndose en uno de los lemas básicos de su política económica. Y en ambos países se fomentaron los consumidores institucionales a fin de absorber los excedentes iniciales. Mientras, en España, la iniciativa pública apenas superó la fase especulativa y fueron las compañías privadas las que acometieron por sí mismas la construcción de los grandes aprovechamientos, de Millares o Saltos del Duero, y quienes establecieron una interconexión espontánea entre algunos mercados.

Con todo, los mercados eléctricos españoles seguían en 1925 sus primeros pasos hacia la constitución de mercados regionales integrados, pese a la ostensible conexión financiera de las grandes compañías, su estructura de *holding*. Frente a estos *holdings* establecidos, la iniciativa independiente de Saltos del Duero demostró con claridad que tanto la estructura productiva como el reparto de los mercados eléctricos eran todavía en 1930 permeables a nuevos contendientes.

5.1 Los límites de la hidroelectricidad en la España de 1930

Entre 1925 y 1935, las tasas de aumento del parque eléctrico español decrecieron pese a la incorporación a las redes de energía procedente de las mayores instalaciones hidráulicas y térmicas empleadas hasta entonces en España. Siguiendo el cuadro A.1.2 del anejo 1, se observará que, aparte de la construcción de la primera gran central gallega en el Tambre, destacan la inauguración de los Saltos del Alberche en el centro peninsular, la culminación del sistema del Cinca-Lafortunada por Hidroeléctrica Ibérica, la continuación de la explotación del Segre y sus afluentes por Riegos y Fuerzas del Ebro, el comienzo de la explotación sistemática del Guadalquivir por parte de las empresas andaluzas y, primordialmente, la puesta en marcha de los primeros equipos generadores de Millares en el Júcar para Hidroeléctrica Española y en el curso medio del Esla por parte de Saltos del Duero. Los equipos instalados en estas últimas centrales eran mayores que 50.000 kW, y la obra civil permitía albergar otros equipos adicionales más adelante. Estas grandes centrales eran establecimientos dotados de embalse para almacenamiento de agua y para la regularización, por tanto, de los caudales que los abastecían. Debido a la composición del potencial hidroeléctrico técnicamente explotable, el sistema hidroeléctrico español podía crecer solo en este modo. Así, en 1935, más de un 20% de la capacidad instalada en España lo era en centrales dotadas de vaso regulador, y cuya po-

REGIÓN	KW/1.000 HABITANTES	KW/KM ²
Andalucía	21,72	1,14
Aragón	127,93	2,8
Astur-Santander	58,14	4,19
Baleares	2,28	0,16
Canarias	0,63	0,05
Castilla	27,5	0,74
Cataluña	83,95	7,23
Extremadura	5,05	0,14
Galicia	15,22	1,15
La Mancha	41,97	1
Madrid	19,17	3,3
Murcia	25,52	1,43
País Vasco	73,65	5,19
Valencia	24,20	1,95
TOTAL	38,45	1,79

FUENTES: Anejo 1 y Nicolau (2005) para la población.

tencia media era de 17.469 kW, un porcentaje mayor que el italiano, donde las ayudas públicas contribuyeron largamente a su edificación¹.

En consecuencia, la producción hidroeléctrica española se fue concentrando poco a poco en centrales de mayor tamaño: de establecimientos con una media menor que 60 kW instalados en 1901, se había pasado a superar los 2.500 en 1935². No obstante, todavía un 20% de la potencia instalada antes de la guerra civil lo era en centrales menores de 5.000 kW de capacidad y solamente diez centrales superaban los 25.000 kW³. En el parque hidroeléctrico español de 1935 convivían grandes centrales en activo con otras pequeñas y dispersas; mientras que en Cataluña el promedio por establecimiento rondaba los 5.000 kW instalados, en Galicia y Extremadura, importantes regiones productoras en el final del siglo XX, la capacidad de las centrales en aquel entonces no llegaba a los 1.000 kW en la primera y apenas los 200 kW en la segunda⁴. En la propia Cataluña se contabilizaban 53 establecimientos de condiciones muy diversas. Aun cuando la provincia de Gerona disponía de más centrales que aquella de Lérida, esta última albergaba un 93% de la capacidad instalada en Cataluña, con promedios mayores de 15.000 kW, cuando los 25 aprovechamientos gerundenses recogidos en esta fuente promediaban los 600 kW⁵. En contraste, la potencia media de las centrales hidráulicas francesas instaladas entre 1901 y 1936 sobrepasaba los 12.700 kW y más de 14 centrales eran mayores de 50.000 kW⁶. A su vez, en algunos sistemas regionales italianos, como el piemontés, la media instalada por central multiplicaba hasta por 100 el promedio español⁷.

Según se observa en el cuadro 5.1, la capacidad de generación hidráulica estaba cada vez más concentrada territorialmente, pues solo seis regiones superaban la media española,

1. Según el cálculo coetáneo de Errandonea, las reservas acumuladas en España en embalses en 1935 suponían aproximadamente 565 millones de kWh, en números redondos, un 18,8% de la producción total anual, mientras que en Italia, con una producción global de 10.793 millones de kWh y una reserva de 1.569 millones de kWh, estos representaban solo un 13,5% del total. Errandonea (1935 d), p. 298. 2. Las cifras proceden del anejo 1. 3. Las compañías más pequeñas escapaban a la disciplina de la Cámara de Productores y Distribuidores de Electricidad, pese a que esta cubría un 90% de la potencia instalada en territorio español. 4. De los 1.249.000 kW instalados en 1936, 956.900 lo eran en centrales mayores de 4.000 kW. La capacidad de los aprovechamientos mayores de 25.000 kW alcanzaba en 1936 los 406.154 kW. Elaboración propia a partir de Sindicato (1960). 5. La dispersión era aún mayor según el censo exhaustivo para Cataluña de Maluquer (1986). 6. Morsel (1987), p. 102. 7. Giannetti (1991), p. 360. A cambio, la mayoría de los establecimientos españoles participaba en las redes comerciales; la autogeneración era una excepción en España, sumando las centrales hidráulicas y térmicas de este tipo 128.207 kW en 1936, menos de un 10% de la capacidad total instalada en España. Sindicato (1960).

CUENCA	POTENCIA EN KW	POTENCIA VERTIENTE/TOTAL	POTENCIA MEDIA EN KW	CENTRALES	CAUDAL MEDIO (L/S)	ALTURA MEDIA (M)
Cantábrica	106.620	11,1	1.838	58	3.433	150
Catalana	35.723	3,7	1.050	34	3.119	58
Duero	16.055	1,7	845	19	15.501	46
Ebro	413.239	43,1	6.887	60	18.713	106
Guadalquivir	76.746	8	2.258	34	9.104	73
Guadiana	4.394	0,5	732	6	2.688	33
Júcar	94.842	9,9	5.269	18	19.440	37
Levántinas	22.112	2,3	1.701	13	5.950	62
Miño	1.627	0,2	542	3	s.d.	5
Oeste	30.292	3,2	2.524	12	6.000	96
Pirenaicas	15.197	1,6	3.799	4	547	3
Segura	33.954	3,5	3.086	11	9.666	23
Sur	21.938	2,3	2.742	8	1.943	274
Tajo	86.714	9	4.564	19	19.278	83
TOTAL	959.452	100	3.219	299	10.462	89

FUENTE: Bello Poeyusan (1932).

las mismas que lo hacían en términos per cápita, resultando un mapa de localización del parque hidroeléctrico en que se conjugaran, como hasta 1925, factores de oferta y de demanda.

Con el auxilio de otra fuente que permite un acercamiento a las características básicas de los aprovechamientos que excedían los 320 kW de potencia instalada en 1931, la que refleja el cuadro 5.2, se observa que la explotación hidráulica había crecido en tamaño, respecto a un recuento similar de 1917, había abandonado la periferia peninsular para acercarse a su centro y sus características principales, altura y caudal, también habían aumentado. Como apuntaba la orientación de las concesiones de 1917, el potencial técnicamente explotable de la periferia peninsular se constituía en aquel más aprovechado hasta 1930, pero esta tendencia se quebraría definitivamente con la puesta en marcha de Saltos del Duero, otorgando entonces un mayor peso a la meseta en la explotación hidráulica española.

La hegemonía hidroeléctrica se fue afianzando a lo largo del primer tercio del siglo XX; sin embargo, la termoelectricidad perdió escaso terreno entre 1926 y 1936, mientras que el parque de generación hidroeléctrico creció alrededor de un 57%, y el térmico lo hizo en casi un 40%. La geografía de la producción térmica se superpuso a aquella de la producción hidroeléctrica. El importante papel de las termoeléctricas como centrales de reserva se confirma por cuanto los establecimientos térmicos de mayor dimensión se emplazaban en Barcelona, Sevilla y Madrid, aunque la utilización de estas centrales fuera mayor en las islas, donde no había alternativa hidráulica, y en algunos establecimientos a bocamina (véase cuadro A.1.7, anejo 1). En efecto, a partir de 1925, se pusieron en funcionamiento un total de ocho centrales en las cuencas mineras de Asturias, León, Ciudad Real y Cataluña. Unas, explotadas por las propias empresas mineras y otras, por sociedades eléctricas, pero actuando siempre como estaciones centrales a fin de abastecer de fluido a la propia explotación minera⁸. Cuando en Italia la potencia térmica disponible en 1936 apenas constituía un 20%, en España suponía un creciente 30% de la capacidad total de generación, aunque su uso mostrara fuertes oscilaciones. Su rendimiento en un año medio, como 1935, arrojaba un balance desequilibrado: la potencia térmica ascendía a un 25% del total, pero su producción oscilaba en torno al 8%⁹.

8. Este es el caso de Peñarroya, Puertollano o la Felguera, por ejemplo. 9. Concretamente, 700 horas en 1934. COP-DE (1935).

En 1935, la transmisión eléctrica contaba en España con un segmento técnicamente avanzado, pero los sistemas de interconexión continuaban siendo elementales. Se habían tendido 3.050 km de tensión mayor de 100 kV, de los que 1.772 km correspondían a aquellas de 110 kV y 1.278 km a las de 132 kV, la mayoría con tendido doble¹⁰. No obstante, persistían islotes eléctricos apenas integrados en las rutas de las grandes compañías servidas por transmisiones en baja tensión y se advertía una total desconexión entre las líneas que recorrían el norte y el sur peninsular. Galicia permanecía aislada de los mercados del norte, conectados estos a través de la línea de Lafortunada, y del sureste, conectados a través de Valladolid, como subestación de Saltos del Duero. Extremadura aparecería alejada de las principales rutas de transporte, incluida la única transversal de norte a sur, la de Saltos del Duero. Pese a ello, y como se ve en el mapa de las líneas de SD, los mercados periféricos constituirían los principales centros de consumo, a los que se dirigía la red principal: el valle del Ebro y la Cordillera Cantábrica. El mercado madrileño y el valenciano recibirían buena parte de su energía desde la vertiente del Júcar y el Tajo. Y no se señala la recepción de energía en los mercados andaluces desde la cordillera Bética.

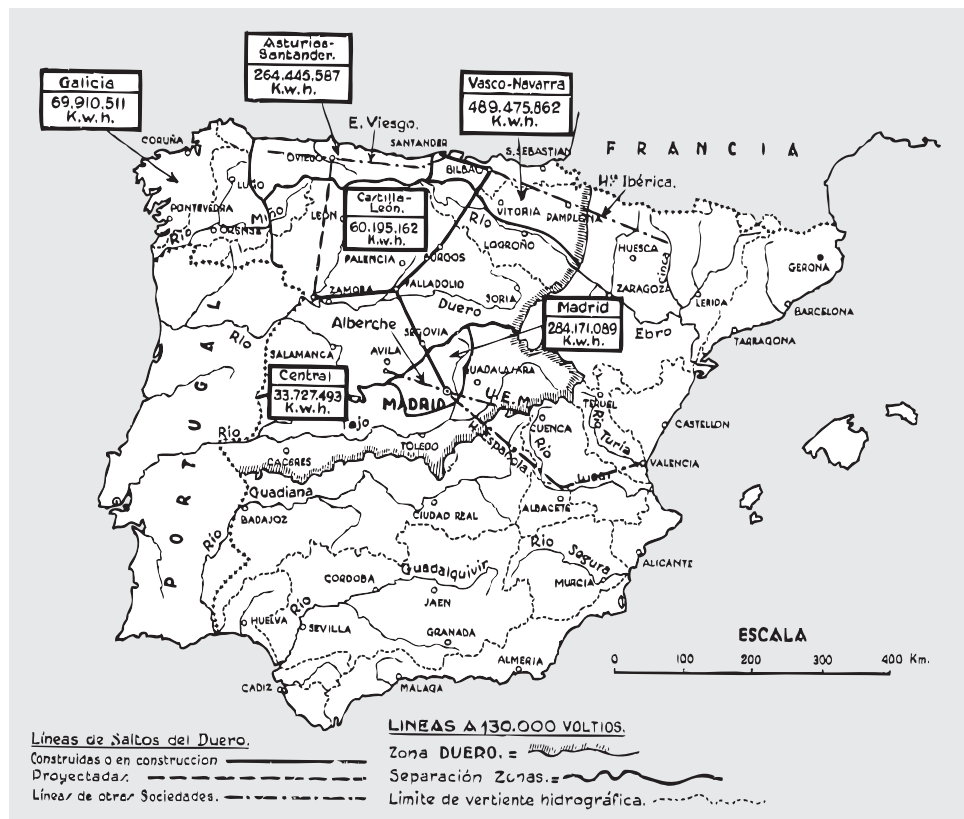
En coherencia con sus aplicaciones, el rendimiento del sistema eléctrico español se acercaba al calculado para países termo-dependientes. La eficiencia de los equipos de generación, medida tanto en horas de utilización de la potencia hidráulica instalada como en «factor utilización», era menor en cinco puntos que aquella que presentaban los países hidro-dependientes que empleaban intensivamente la electricidad, como Finlandia o Suecia, en 1935. El promedio de horas de utilización de la mayoría de las centrales hidráulicas españolas aún no alcanzaba las 3.000 horas (según el cuadro A.1.5 del anejo 1), o, lo que es lo mismo, en torno a un 35% de utilización de la potencia según la columna 6, cuando en aquellos países ya se superaba el 40%¹¹. Según las columnas 8 y 9 del mismo cuadro, las horas de utilización eran en promedio semejantes tanto en los establecimientos grandes como en los pequeños, y las diferencias regionales no eran ostensibles.

El factor carga del sistema hidroeléctrico español era, por el contrario, elevado (véase la columna 5 del cuadro A.1.5, del anejo 1), rondando el 40%, debido a que prevalecían empleos que elevaban la punta de la demanda, como la manufactura y la iluminación. Asimismo, la carga máxima instantánea de las centrales — que aparece en la columna 4 del mismo cuadro — muestra valores muy crecidos, lo que abundaría en la idea de que algunos subsistemas hidráulicos relevantes eran incapaces por sí mismos de garantizar la cobertura del sistema, y de que el resto se encontraba también muy cerca de ese límite.

La paradoja del rendimiento de los sistemas eléctricos españoles resulta de la irregularidad de su demanda de electricidad. Los usos domésticos habían ido cediendo paso a los manufactureros, pero estos continuaban presentando grandes discontinuidades. De hecho, las enormes diferencias en términos absolutos entre el consumo de fuerza en el País Vasco en 1935 —376 kWh por habitante y año— y en Castilla —que no sobrepasaba los 37 kWh— no se correspondían con porcentajes desequilibrados entre empleos: la fuerza industrial rondaba en todo el país el 80%-85% de los consumos, si se excluían pérdidas, y los empleos intensivos apenas superaban el 8%¹².

En 1932 al alumbrado correspondía en España una porción casi tan importante como en Francia del total de los consumos —España, un 19,5%, frente a Francia, un 21,2—, y, lo que es más importante, una partida fundamental en los ingresos de las

10. Un seguimiento pormenorizado de las líneas, en el cuadro 7 del capítulo 1. Las discrepancias entre las cifras del texto y las del cuadro se deben a que este último incluye también aquellas líneas de transmisión con voltaje inferior a 100 kV. 11. Los datos para Italia son de factura compleja, pues en los cálculos del sistema comercial se estima una utilización del 28% en 1933 y unas 3.000 horas de utilización, pero, si se incluyen los aprovechamientos intensivos no integrados en aquellas redes, Giannetti eleva el rendimiento a las 5.000 horas. Para Escandinavia, Millyntaus (1991), p. 212; para Italia, Giannetti (1985), p. 223. 12. Según los datos que proporciona Vidal Burdils (1941).



FUENTE: Errandonea (1935a), p. 463.

compañías suministradoras¹³. Los ingresos por iluminación en España rondaban el 50% del total —el porcentaje variaba según quién realizase la estimación: para la COPDE era en torno al 45,2% en 1932, y Errandonea estimaba un 57,3% para 1935—¹⁴. Sea cual fuere, era un porcentaje de ingresos elevado y semejante al correspondiente a algunas empresas francesas de esos mismos años¹⁵. Las tarifas para alumbrado doméstico en España no parece que variaran significativamente a la baja en este período, se venían manteniendo sin grandes variaciones en torno a las 0,50-0,60 Pts. corrientes el kWh desde 1915¹⁶. Pese a que las comparaciones internacionales en este sentido son complejas, algunos indicios sugerirían que la tarifa no era demasiado baja, aunque sí presentaba menores diferencias con las aplicadas a los consumos de fuerza en otros países¹⁷. Esta eventual discriminación a favor del uso del alumbrado en España tuvo en este caso un correlato positivo, puesto que entre 1929 y 1934 los aumentos en el consumo de luz en España fueron mayores que los correspondientes a otros usos, y siempre muy por

13. En Italia, este porcentaje no alcanza el 16%. Errandonea (1935b), p. 195. 14. Arrúe (1935) y Errandonea (1941), p. 81. 15. Según los datos recogidos por Seeger para 1933, en Marsella este porcentaje alcanzaba el 59,5% y en Nantes y Estrasburgo el 45%. Seeger (1936), tabla XV, p. 83. 16. Si habían bajado sustancialmente en Pts. constantes, pero no en términos monetarios. En 1915, solo Ávila, Palma de Mallorca, Cádiz, Guadalajara y Sevilla sobrepasaban una Pts. como precio máximo del alumbrado, aunque este había sido el mínimo hasta 1910. Los precios máximos más bajos correspondían a las compañías que distribuían en Vitoria y Pamplona, en torno a los 30 céntimos de Pts. Suelto (1915), *La Energía Eléctrica*, p. 156. 17. Meses antes de la depreciación de 1926, las tarifas en francos-oro de Barcelona comparaban desfavorablemente con buena parte de las aplicadas en otras ciudades europeas, según Suelto (1926), *La Energía Eléctrica*, pp. 57 y 272. Sin embargo, el diferencial de precios entre la iluminación y la fuerza industrial en 1929 en Italia era de 6,5 veces, mientras que en España era 5,4. Errandonea (1941), p. 81. Por último, en los años treinta, Spottorno comparó datos de los países con mejores condiciones de partida para la producción eléctrica —Noruega, Suiza, Estados Unidos, Alemania e Inglaterra— con España, y concluyó que las tarifas medias de alumbrado en España eran claramente favorables, si se exceptuaba el caso noruego. Spottorno (1941), pp. 43-61.

REGIÓN	ALUMBRADO		FUERZA		TOTAL	
Vasco-Navarra	38	9,18	376	90,82	414	100
Cataluña	34	8,63	360	91,37	394	100
Levante	26	10,79	215	89,21	241	100
Asturias-Santander	19	7,98	219	92,02	238	100
Castilla La Nueva	33	15	187	85	220	100
Aragón	17	8,06	194	91,94	211	100
Andalucía	14	16,47	71	83,53	85	100
Islas Baleares	14	24,56	43	75,44	57	100
Galicia	6	12,5	42	87,5	48	100
Islas Canarias	7	17,95	32	82,05	39	100
Castilla La Vieja	9	24,33	28	75,67	37	100

FUENTE: Archivo Estafeta-INI, leg. 250, c. 6. Sirvent.

encima de la media de usos: la demanda neta de iluminación creció en torno a un 41,4%, frente al 20% del consumo total entre las mismas fechas¹⁸.

Las pérdidas componían, a su vez, un importante capítulo: más de un 13% de la producción al comenzar el siglo, para mantenerse alrededor del 20% como media anual hasta 1935, fecha en que alcanzaron casi un 25%¹⁹. No es de extrañar que, en la medida en que los puntos de explotación y los de consumo se distanciaron, aumentase la diferencia entre el volumen de la producción y el que los receptores empleaban. Asimismo, la pervivencia de buena parte de las redes primitivas de distribución en la mayoría de los núcleos urbanos se sumó a estos factores²⁰. Por lo demás, la singular escasez de usos intensivos a pie de salto en España —electrosiderurgia y electroquímica— impuso un volumen adicional de pérdidas, ausente en otros sistemas hidráulicos con abundancia de estos empleos, como el italiano.

Pese a los bajos rendimientos originados por la baja utilización y las elevadas pérdidas, las empresas eléctricas españolas fueron rentables en la medida en que el «factor carga» se mantuvo elevado, haciendo uso de la rutina de gravar con precios mayores los consumos de punta. Eso sí, en tanto la garantía de la continuidad del servicio constituía un problema menor, no se efectuaron inversiones adicionales en el corto plazo para incrementar la capacidad de la maquinaria de generación y transmisión.

5.2 El postergado fomento eléctrico I: la red eléctrica nacional²¹

La preocupación por los bajos rendimientos de las centrales españolas, pero sobre todo el ejemplo de otros países, llevaron a la Administración española a hacer suyo el lema de la literatura técnica eléctrica entre 1920 y 1936: el tendido de la red eléctrica nacional. Pese a las enormes dificultades que su ejecución presentaba, se abrieron sucesivas consultas para examinar la conveniencia de erigir esta red. La primera coincidió con el final de la Gran Guerra y con el «problema ferroviario» en España. Una de las alternativas, la sustitución del equipo

18. Este podría estar relacionado también con los incrementos de la renta real de la población durante los años de la II República, aunque la evidencia en este sentido no sea concluyente. La información procede de COPDE (1935). 19. Cuadro 4, anejo 1. 20. Pese a que la ausencia de normalización en tensiones y la convivencia de sistemas constituían un fenómeno bastante extendido en la Europa de entreguerras, parece que en algunas zonas españolas el fenómeno alcanzaba proporciones muy acusadas. No solo se favorecían así las pérdidas, sino incluso el fraude por parte de los usuarios. Véase De la Fuente (1908), p. 123. La escasa homologación de la distribución, en Núñez (1995). 21. Este epígrafe sigue a Bartolomé (2005).

móvil convencional por equipo móvil eléctrico, animó el debate sobre la conveniencia del tendido simultáneo de una red de transporte de energía que abasteciera los ferrocarriles e integrara los mercados eléctricos peninsulares. En 1918, desde la Dirección General de Comercio, Industria y Trabajo se solicitó a la Comisión Permanente Española de Electricidad (CPEE) un proyecto de intervención del Estado en la distribución de la energía eléctrica²². Su Dictamen despertó un debate técnico que se mantuvo vivo durante varios años, en particular entre los ingenieros. La segunda consulta se suscitó con la movilización prebélica, que ligó la explotación de los carbones a bocamina, la red y la fabricación de productos nitrogenados. En 1926, en plena Dictadura, se convocó un concurso de proyectos, pero la información relativa a las propuestas recibidas sufrió sucesivos retrasos y se derivó al Consejo de la Energía en 1929, que jamás se pronunció al respecto²³. La tercera ocasión fue en 1935, durante la II República, en el proceso de información pública del estudio sobre «La Economía de las Obras Hidráulicas» que la Comisión Gestora del Consejo Ordenador de la Economía Nacional había encomendado a José Larraz²⁴. Por último, en plena guerra, en el bando nacionalista, la Delegación de Servicios Técnicos de la FET y de las JONS elaboró un cuestionario exhaustivo para informar la «Ponencia General de Red y Ordenación Eléctrica Nacional», respondido al menos por Manuel Fernández Campos²⁵.

Las propuestas de red nacional muestran una deriva que va desde el decidido intervencionismo público de los primeros proyectos, como el de la CPEE o el de los ingenieros Berasaluce y Mayoral, a una progresiva desconfianza en las instituciones públicas. Al contrario que en otros países europeos, el sector eléctrico se alejó progresivamente del discurso de «movilización nacional» que alentaba los ambientes técnicos desde los últimos veinte, de modo que los procedimientos administrativos abiertos no progresaron y la integración del mercado eléctrico, y el control centralizado de sus cargas, descansaron sobre las compañías²⁶.

La integración completa del mercado eléctrico español debería haberse acompañado con la construcción de grandes centrales homologables, hidráulicas y/o térmicas a bocamina, además de asegurarse un mejor rendimiento del conjunto del nuevo sistema con la incorporación de nuevos usos intensivos —los llamados entonces consumidores institucionales—, que emplearan la capacidad excedentaria vertida en las grandes líneas. De esta circunstancia se habían percatado los técnicos partidarios de una decidida intervención pública en el tendido de la red: o bien propusieron la electrificación de los ferrocarriles o bien la creación de industrias altamente consumidoras, particularmente la química del nitrógeno en los albores de la guerra civil²⁷. Estos consumidores intensivos habían surgido espontánea y precozmente en los principales países hidrodépendientes, como Noruega, Suecia o Suiza. Cuando estos se incorporaban a las grandes redes, aseguraban la utilización en horas valle de los equipos —máquinas generatrices y redes—. Donde estos consumos no se habían promovido privadamente, a causa de su discutible rentabilidad, la inversión pública podía, a su juicio, contribuir a garantizarlos igualmente. La cobertura ideológica de la «autarquía» económica prestó un buen paraguas a estos postulados y en Portugal, por ejemplo, se decidió en los cuarenta acometer con participación pública los tres proyectos al mismo tiempo: construcción de la red, erección de diques y fabricación de abonos²⁸.

Ahora bien, en España, el coste de todo el proyecto y las dificultades de colocación de la energía desalentaron a sus promotores de entreguerras. El mero coste del cableado en

22. Pérez del Pulgar (diciembre de 1915, p. 411, y octubre de 1917) y Urrutia (1918). El proyecto, en Proyecto (1919). 23. El procedimiento se dilata entre la Real Orden de 9 de junio de 1926 (*Gaceta* del 24) y el Decreto de 11 de junio de 1928 (*Gaceta* del 19). Pero, de hecho, cesa la intervención. La narración, por extenso, en Bartolomé (2003), c. 3. 24. Se preveía que sus conclusiones tuvieran un carácter meramente consultivo. Castel (1936), pp. XXXIX y XL. 25. Manuel Fernández Campos fue secretario del Consejo de Administración de Sevillana de Electricidad desde 1930 como uno de los principales técnicos de la compañía. Según AFSAE (1930). La propuesta, en AE-INI: Leg. 253, carpeta 93, Índice 1. 26. Proyecto (1919), y Berasaluce y Mayoral, en Congreso Nacional de Ingeniería (1919). Destaca la oposición de Sánchez Cuervo (1935), pero también la de Fernández Campos, en AE-INI: Leg. 253, carpeta 93, Índice 1. 27. Pérez del Pulgar (1920) y Montañés (1935). 28. Por extenso, en Madureira (2004).

España, según el proyecto de mínimos de Diego Mayoral en 1921, se habría elevado a más de 250 millones de pesetas de haberse realizado en aquella fecha²⁹; en realidad, la red no constituía un proyecto tan «feliz» pese a que el nacionalismo español de entreguerras la creyera «columna vertebral del porvenir industrial de España»³⁰. Antes de la guerra civil, solo la tozudez de un proyecto ultranacionalista, como el presentado por Pérez del Pulgar en 1920, habría impulsado este plan³¹. Por sí solo, el tendido de una red eléctrica nacional no habría aportado en los decenios de 1920 y 1930 más de lo que las propias compañías habían logrado: tender líneas de transporte entre sus centros de producción y aquellos de consumo y vincular algunos de los grandes centros productivos con líneas de intercambio, pero sin ejercer ningún control centralizado de cargas. La puesta en uso de grandes establecimientos ya había contribuido a que, a partir de 1926, las potencias de transporte en España fueran cada vez mayores —hasta 150.000 kV en el caso de Saltos del Duero, en Castilla, en 1935— y a que, de hecho, se efectuase una interconexión de carácter espontáneo antes de la guerra civil. A través de la línea de Lafortunada y del cableado de Saltos del Duero, se habían conectado los cuatro grandes núcleos productores de la península, aumentando los intercambios entre las diferentes zonas de 11,3% en 1929 a 29,3% en 1935³².

Algunos problemas institucionales se sumaron a los que hasta aquí se han señalado: los intereses contrarios de compañías de generación y de las sociedades carboneras comparcieron ante la consulta de 1926, en el marco de una Administración voluntariosa, pero que carecía de capacidad de gestión y de financiación para afrontar la construcción de la red³³. Las compañías eléctricas prefirieron realizar por su cuenta las conexiones que interesaban³⁴, mientras que las empresas carboneras querían evitar la puesta en peligro de sus intereses con la electrificación ferroviaria³⁵. En fin, el tendido de una red nacional solo habría sido viable en un clima de «fiebre eléctrica», del que España no se contagió durante la Dictadura, y que durante la II República se procuró extirpar de raíz, como demuestra el siguiente epígrafe.

5.3 El postergado fomento eléctrico II: la construcción de diques

Los auxilios públicos prestados en Francia e Italia para la edificación de presas y sus correspondientes vasos de almacenamiento contribuyeron decisivamente al necesario aumento de la escala que la producción eléctrica demandó a partir del decenio de 1920. Estas ayudas se sumaron a otras medidas que facilitaban la financiación de las obras —como la garantía de los préstamos internacionales—, y a disposiciones que alentaban a los grandes consumidores —ferrocarril e industrias químicas— y mejoraban la transmisión y la distribución. En Francia, la Ley de 1919 contemplaba subvenciones durante 20 años para la edificación, aunque no se hicieran efectivas hasta la segunda mitad del decenio. En Italia, las ayudas prestadas a las compañías para la regularización de los caudales compensaron eficazmente la tardanza en la reforma de su sistema concesional, consagrándose el sistema en el Texto único de 1933³⁶.

29. Sin considerar ni el coste de las centrales complementarias ni el de la electrificación de líneas ferroviarias que su proyecto también contemplaba. Mayoral (1921). En Francia, el proyecto de auxilio público más ambicioso, que es el de 1938, preveía 10.000 millones de francos franceses para la construcción de grandes saltos y la construcción de la red. La línea Norte-Este absorbería por sí sola 350 de estos millones. Levy-Levoyer (1994), p. 112. 30. El entrecomillado pertenece al preámbulo a la Real Orden que el 28 de diciembre de 1918 (*Gaceta del 31*) instaba a la CPEE a emitir un informe sobre la Red Nacional. 31. Su optimismo le llevaba a considerar que la red nacional sería rentable de modo inmediato y que arrastraría al resto de la demanda industrial. El artículo emblemático, y referencia obligada de los posteriores, fue el que publicó Pérez del Pulgar (1920). 32. El mercado andaluz y el de la costa gallega también aparecían integrados y, más tarde, acabarían conectando con Saltos de Duero y el sistema vasco-cantábrico, respectivamente. Los datos sobre concentración y trasvases entre sistemas proceden de Lucía (1941), pp. 11 y 12. 33. Sintés y Vidal insisten en la incapacidad del Estado como una razón básica de su inacción: «[...] creemos que la Red Nacional es una de tantas fantasías de la Dictadura que sólo podría realizarse a costa de un sacrificio enorme para el Estado, por grande que fuera la voluntad de construir y explotar la Red en forma económica por parte de la Entidad concesionaria». Sintés y Vidal (1933), p. 460. 34. Este hecho lo apuntan tanto Amigo (1992), como Núñez (1992) y Antolín (1999). 35. La oposición a la electrificación de los ferrocarriles, en Bartolomé (2003), c. 5. 36. Francia, en Lévy-Levoyer (1994), pp. 13 y ss. La importancia de los préstamos transnacionales hacia Italia, en Storaci y Tattara (1998). El texto único italiano consagró el régimen de subvenciones para la construcción de nuevos diques en interés de los industriales, de tal modo que estos se comenzaron a sufragar en función del coste de la obra. Véanse Ciarlo (1993), p. 84, y Ottolino (1993).

En España, las compañías eléctricas se han venido considerando análogamente beneficiarias de ayudas extraordinarias para la construcción de diques en dos momentos bien distintos: de resultas de la Ley Gasset de 7 de julio de 1911 y por el otorgamiento de subvenciones directas a algunas empresas para la construcción de embalses durante la dictadura primorriverista³⁷.

La Ley Gasset estableció subvenciones a la construcción de obras hidráulicas con destino a riegos, defensas y encauzamiento de las corrientes y estableció un procedimiento para su ejecución a cargo de los interesados con auxilio del Estado: recibir una subvención del 50% del valor de la obra y un anticipo del 40%³⁸. La literatura jurídica ha insistido en que sus grandes beneficiarios fueron los aprovechamientos hidroeléctricos³⁹, pero lo cierto es que el aireado caso de Hidroeléctrica del Chorro constituyó más bien la excepción a la rutina⁴⁰.

Entre 1911 y 1926 las localizaciones más apropiadas para la obtención de energía eléctrica no coincidían en absoluto con las más aptas para el riego, que eran las que se primaban con subvenciones, de manera que hasta 1926 solo la mitad de los Hm³ embalsados en España lo fueron para uso eléctrico y mixto. Desde entonces se avanzó a gran ritmo, y en 1935 más de dos tercios de toda la capacidad de los embalses españoles incluían este uso⁴¹. Como se observa en el cuadro 5.4, hasta 1935 los embalses para uso mixto tenían una capacidad eléctrica menor —un 20%— que los exclusivamente eléctricos. Los vasos para riego se ubicaban en los cursos medios de las corrientes, donde se instalaba maquinaria eléctrica menos potente. Exigían obras onerosas: solo en obra civil el coste por kW instalado en los embalses de uso mixto era exactamente el doble que en las presas para uso eléctrico⁴². Y, por lo demás, los tiempos de evacuación del agua necesaria para el riego no solían coincidir con los flujos de la demanda eléctrica. Así, se observa un aprovechamiento eléctrico decreciente entre los embalses propiamente eléctricos, los mixtos planeados como tales antes de 1936 y aquellos que refleja la última fila del cuadro: embalses construidos antes de la guerra civil, y reconvertidos para uso múltiple en los tiempos de escasez de la posguerra.

Durante la Dictadura, las ayudas también tuvieron un carácter episódico. Las subvenciones prestadas a determinadas compañías se suspendieron antes del advenimiento de la II República. Estas se habían otorgado a S. A. de Canalización y Fuerzas del Guadalquivir, por la construcción inmediata de los embalses de Tranco de Beas, Rumblar, Jándula y Encinarejo⁴³; a Aguas del Alberche, refundiendo las concesiones de la Sociedad Electro Metalúrgica Ibérica, por los embalses del Burguillo y del Charco del Cura⁴⁴, y a la Unión Española de Explosivos, por el embalse de Camporredondo⁴⁵, una vez construido. También se subvencionó el pantano de la Toba a la Electra de Castilla, pero las obras comenzaron con posterioridad. Estos decretos se derogaron en enero de 1931⁴⁶, estableciéndose por el Gobierno provisional de la República el 20 de abril de 1931 un período que finalizaba el 29 de enero de 1934 para su declaración como disposiciones lesivas del interés público. No habiéndose tramitado en aquel plazo la declaración, las concesiones se convirtieron en firmes, aunque no así el cobro de auxilios y subvenciones. Así, en el caso de Saltos del Alberche, en 1932, de las 27.612.151,17 Pts. a que ascendía la subvención y anticipo total concedidos a esta compañía por las obras de los

37. Otros beneficios fiscales, en Bartolomé (2003), capítulo 3. 38. Sus antecedentes eran la Ley Gamazo, de 27 de julio de 1883, que permitía la subvención en metálico de hasta un 30% del presupuesto de las obras y un premio según la cantidad de agua utilizada, y la Ley de 7 de julio de 1905 de concesión de auxilios a los aprovechamientos de aguas públicas para riegos. Los auxilios eran entonces por Ha. regada. Véase Martín-Retortillo (1966b), pp. 30, 42, 45 y 90. 39. «Cuya rentabilidad económica a corto plazo atraía al capital extranjero», según Fanlo (1996), p. 85. 40. La trayectoria de Chorro, en Bernal (1994), pp. 233 y 234. 41. En 1925 los vasos de almacenamiento dotados de presa admitían 985,38 Hm³ cuando aquellos con aprovechamiento eléctrico solo alcanzaban 504 Hm³. En 1935, de los 3.896 Hm³ de capacidad de los embalses españoles, 2.482 Hm³ eran para empleo eléctrico o mixto. La capacidad agregada de los embalses españoles, en Herranz (2004), p. 77, y su empleo hidroeléctrico, en el cuadro 1 del anejo 2. 42. En concreto, 1.150 Pts. frente a 434 Pts., a precio de la presa del Burguillo de 1931, representativa del conjunto, y siguiendo el procedimiento de Herranz (2004). 43. RD de 25 de abril de 1925 y RD Ley de 29 de abril de 1925. 44. RD 25 de junio de 1926. 45. RD de 25 de junio de 1926. 46. RD de Fomento de 10 de enero de 1931 (*Gaceta* del 11).

	EMBALSES	m ³ DE LA PRESA	EMBALSE EN Hm ³	KW INSTALADOS
TOTAL HASTA 1935	26	2.897.527	2.482	454.216
Hasta 1926	14	1.337.209	504	201.016
Desde 1926	12	1.560.318	1.977	253.200
Eléctricos	18	1.686.023	1.599	357.328
Uso mixto	8	1.211.504	883	96.888
DESPUÉS DE 1935	11	630.893	912	55.558

FUENTES: Garrido Bartolomé (1964), COPDE (1935 y 1960), UNESA (1946) y Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas (1952).

embalses construidos, solo se había librado un total de 7.020.527,30 Pts. Esto es, un valor menor del 25% de la concedida inicialmente⁴⁷.

Gómez Mendoza mostró cómo durante la II República se mantuvo e incluso se superó el ritmo de inauguraciones de obras hidráulicas comenzado durante la Dictadura⁴⁸, y el esfuerzo que se exigía a Hacienda con estos auxilios era notable, pero no desmesurado⁴⁹. Según los datos que aportó Garrido Bartolomé, el coste real de Jándula, Encinarejo, Burguillo, Camporredondo y la Toba, que se terminó en 1939, ascendió a 95.087.000 pesetas —88.674.200, según mis cálculos, a precio de Burguillo—. El Estado debería haber reintegrado la mitad de estos costes, en torno a los 50 millones de pesetas, lo que suponía algo más de la mitad del conjunto de subvenciones otorgadas para todo tipo de obras hidráulicas en el período de más actividad a través de terceros (1926-1929)⁵⁰.

Más que un problema presupuestario, se diría que entre la Dictadura y los primeros Gobiernos de la II República cambiaron las prioridades en la finalidad de la obra pública, pues los planes de construcción de infraestructuras para riego continuaron a buen ritmo, desgajándose de su eventual empleo industrial. Ante la disyuntiva de priorizar infraestructuras hidráulicas para uso agrario o industrial, los Gobiernos republicanos se inclinaron por las primeras. Muy esclarecedor es, a este respecto, el epígrafe que en las Directrices del Plan Nacional de Obras Hidráulicas dedica Manuel Lorenzo Pardo al aspecto industrial del mismo:

«La electrificación de las obras regularizadoras o acaparadoras incluidas y el empleo de la energía producida, es factor económico muy importante del plan. [...] [Pero] No impone la necesidad ni aconsejan las circunstancias un plan de construcción con esa finalidad»⁵¹.

En fin, los embalses que promovieron tanto la Ley de 1911 como las subvenciones del período de la Dictadura no alcanzaban en 1935 más de 70.000 kW de potencia instalada efectiva —menos de un 5% de la capacidad hidroeléctrica disponible—. Antes de 1926, las empresas estaban al acecho de saltos de gran potencial en la cabecera de los ríos; en la segunda mitad de los años veinte, las empresas eléctricas viraron su centro de atención hacia saltos con embalse regulador interanual; en los primeros treinta, los Gobiernos del bienio reformador recelaron de fórmulas de cooperación en que los intereses agrarios se subordinasen a los eléctricos.

47. Según la Memoria de la compañía correspondiente a 1932 y extractada en Suelto (1933), *Mundo Financiero*, n.º 667, p. II. 48. Gómez Mendoza (1991) y Díaz-Marta Pinilla (1993). 49. El presupuesto anual global en Ejecución y Conservación de Obras de la Dirección General de Obras Hidráulicas entre 1927 y 1930 osciló entre los 30 y los 60 millones de Pts. Estos 50 millones de Pts. se harían efectivos como anticipo reintegrable al entregarse escalonadamente, según se llevasen a cabo las obras. Ministerio de Obras Públicas (1933), p. 46. 50. Según Lorenzo Pardo, el presupuesto de subvenciones entre 1926 y 1929 ascendió a 82.276.000 pesetas. Ministerio de Obras Públicas (1933), p. 50. 51. Ministerio de Obras Públicas (1933), p. 103. Como antecedente de esta opinión, Lorenzo Pardo (1929).

AÑO /PERÍODO	SOCIEDADES POR CATEGORÍAS	NÚMERO SOCIEDADES	CAPITAL DESEMBOLSADO	OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN	RECURSOS BÁSICOS
1925		476	2.766,40	3.456,24	6.222,63
1925-1935	Supervivientes	315	6.244,20	5.689,84	11.934,04
	Nuevas	125	3.071,81	1.460,71	4.520,83
	Desaparecidas	161	710,48	85,2	795,68
1935		440	5.342,95	4.495,28	9.828,02

FUENTE: AFSAE, años respectivos.

5.4 La fisonomía empresarial antes de la guerra civil

En unas condiciones institucionales estables, aunque carentes de estos estímulos, los mercados eléctricos aceleraron a partir de 1925 su estructuración y concentración. No obstante, el proceso resultaría lento. A la vista del cuadro 5.5, 1925 señala el cenit respecto al número de sociedades envueltas en la producción y distribución de electricidad. Tras el intenso proceso de constitución de empresas entre 1917 y 1925, a partir de 1925 el proceso de desaparición de razones sociales se acelera, aunque aún se incorporen hasta 1935 dos tercios de las razones sociales que desaparecen. Incluso entre 1930 y 1935 se constituyeron 37 nuevas compañías —o, lo que es igual, un 10% del censo total de empresas consideradas—⁵². Visto así, se diría que en vísperas de la guerra civil la entrada de nuevos contendientes en el negocio eléctrico resultaba todavía un fenómeno importante en España. En detalle, se ve que, aparte de los ejemplos de SD y Fuerzas de Levante, Saltos del Alberche y otras importantes productoras, algunas de estas nuevas razones sociales reflejan precisamente cambios solo nominales en ella, debidos a absorciones o concentración de empresas, aunque este proceso estuviera aún en ciernes en 1936.

La concentración financiera en torno a unos cuantos mercados parece confirmarse, sin embargo, a la vista del cuadro A.3.2 del anejo 3: los capitales se hallaban cada vez más agrupados en torno a las empresas catalanas, madrileñas y vascas, que consolidaron su hegemonía, al tiempo que andaluzas, aragonesas, gallegas y astur-cántabras perdieron su cuota porcentual paulatinamente, aunque mantuvieran subsistemas propios. Los porcentajes correspondientes a la región valenciana crecieron, y se mantuvieron el castellano-manchego, el murciano y el extremeño en fechas tan avanzadas como 1935. Se diría que los sistemas tradicionales apreciados en el terreno de la explotación tenían su correlato empresarial.

En 1930, algunas de las grandes compañías se habían convertido en cabeceras de grupos regionales, a la vista del cuadro 5.6. Aparte de la CHADE, en Cataluña —a través de RRFFE—, de Sevillana, Chorro y Mengemor, en Andalucía, de ERZ, en Aragón, y de la S. Gallega, en Galicia, estas empresas aglutinaban subsistemas regionales autónomos; el interior peninsular, el Levante y buena parte de la fachada cantábrica se dirían patrimonio del Grupo Hidroeléctrico: las Hidroeléctricas —Viesgo, Ibérica y Española— y la UEM; sin embargo, la presencia de Luz y Fuerza de Levante y de SD, disputando los mismos territorios, suponía una importante amenaza a su posición. Por lo demás, aparecen otros pequeños grupos, que suman en conjunto casi un 6% del total de los efectivos de las empresas eléctricas, y que no actuaban marginalmente ni en solitario, sino que constituían pequeñas cuñas en los mercados del interior peninsular (véase cuadro 5.7). Me refiero a fenómenos en apariencia excéntricos como el del Conde de Romanones⁵³. Este disponía, él mismo o por persona interpuesta, de seis empresas, en su mayoría,

52. Entre 1930 y 1935 desaparecen 74, pero se incorporan 37 nuevas razones. AFSAE, años respectivos. 53. Pese a la magnífica biografía del político, esta no se adentra en sus negocios. Moreno Luzón (1998).

GRUPO	MERCADO	SOCIEDADES	RECURSOS BÁSICOS
Catalana de Gas y Electricidad/Cooperativa Fluido Eléctrico	Cataluña	4	376.993
Chade	América	1	460.988
Cía. Sevillana de Electricidad	Andalucía	2	133.081
Energía Eléctrica de Cataluña	Cataluña	6	220.542
ERZ	Aragón	1	31.178
Hidroeléctrica del Cantábrico	Astur-Sant.	5	96.302
Hidroeléctrica del Chorro	Andalucía	2	20.204
Hidroeléctrica Española	Varios	9	355.403
Hidroeléctrica Ibérica	P. Vasco	7	191.974
Luz y Fuerza de Levante	Levante	4	55.390
Mengemor	Andalucía	3	50.606
Riegos y Fuerzas del Ebro	Cataluña	13	567.004
Saltos del Duero	Varios	2	38.128
Sociedad Gallega de Electricidad	Galicia	2	44.290
Unión Eléctrica Madrileña	Centro	4	161.727
TOTAL		65	2.803.810

FUENTE: AFSAE (1930).

GRUPOS DE EMPRESAS ELÉCTRICAS EN 1930 Recursos básicos en miles de Pts. corrientes

CUADRO 5.7

	GRANDES GRUPOS	PEQUEÑOS GRUPOS	RESTO ENTIDADES
Grupos	15	12	0
Sociedades en grupos	65	22	377
RB en grupos	2.803.809,96	201.822,25	521.735,61
Porcentaje RB en grupos/total	79,49	5,72	14,79
Promedio RB	43.135,54	9.173,74	1.383,91
Promedio dividendo	7,49	7,8	7,9

FUENTE: AFSAE, fechas respectivas. Los criterios de adscripción a pequeños o grandes grupos, en el anejo 3.

pero no solo⁵⁴, en la zona productiva del interior alcarreño. Esta era una zona disputada entre HE, ERZ y UEM. Todo indica que el conde veía posible, aún en 1930, mantener negocios eléctricos al margen de las grandes compañías y hacer que estos fueran rentables⁵⁵. En realidad, más de 377 sociedades anónimas se mantenían separadas de los grandes grupos y, junto a los pequeños grupos, sumaban más del 20% de los recursos propios de las compañías eléctricas, repartiendo en 1930 dividendos mayores que las grandes empresas en casi medio punto, según el cuadro 5.7⁵⁶. En fin, en 1930, lejos de alcanzarse un alto grado de concentración empresarial, el negocio eléctrico presentaba aún el aspecto de «en construcción», con la persistencia de algunos mercados con fronteras todavía difusas en el interior peninsular.

En 1935, según se desprende del cuadro 5.8, la composición de los grandes grupos era parecida a aquella de 1930. Había un número algo mayor de sociedades, repartidas en 23 grupos, que absorbían entonces el 90% de los recursos básicos de las empresas españo-

54. Romanones contaba con compañías en Madrid, Toledo, Guadalajara, Teruel y Jaén. AFSAE (1930). 55. La persona interpuesta era el turoense Torán de la Rad. Germán (1990), p. 53. 56. Coherente con las apreciaciones de Garrués sobre Arteta; Garrués (2006b).

GRUPOS DE EMPRESAS ELÉCTRICAS EN 1935
Recursos básicos en miles de Pts. corrientes

CUADRO 5.8

	GRUPOS
Grupos	23
Sociedades en grupos	100
Recursos básicos de los grupos	3.898.570,34
Porcentaje RB en grupos/total	90,15
Promedio de RB de las sociedades en grupos	38.985,70
Promedio de dividendo repartido por empresas en grupos	6,58

FUENTE: AFSAE (1935).

GRUPOS ELÉCTRICOS MÁS IMPORTANTES EN 1935
Recursos básicos en miles de Pts. corrientes

CUADRO 5.9

GRUPO	MERCADO	SOCIEDADES	RECURSOS BÁSICOS
CHADE	América	1	324.551
Cía. Sevillana de Electricidad	Andalucía	3	144.444
Hidroeléctrica del Chorro	Andalucía	3	35.124
Mengemor	Andalucía	5	41.246
Eléctricas Reunidas de Zaragoza	Aragón	1	38.442
Electra de Viesgo	Astur-Sant.	3	124.898
Hidroeléctrica del Cantábrico	Astur-Sant.	4	43.578
Sociedad Española de Carburos Metálicos	Autoproduct.	3	2.225
Balear	Balear	1	17.913
Canario	Canario	1	11.469
Cooperativa de Fluido Eléctrico	Cataluña	4	409.117
Española de Electricidad y Gas Lebon	Cataluña	1	67.070
Riegos y Fuerzas del Ebro	Cataluña	17	1.083.565
Unión Eléctrica Madrileña	Centro	5	357.777
Sociedad Gallega de Electricidad	Galicia	2	89.790
Romanones	La Mancha	6	31.155
Luz y Fuerza de Levante	R. Valenciana	8	119.599
Hidroeléctrica Ibérica	P. Vasco	6	215.194
Grupo Eléctrico (otros)	Varios	4	113.748
Hidroeléctrica Española	Varios	11	397.416
Papelera Española	Varios	3	7.169
Salto del Duero	Varios	8	223.083
TOTAL		100	3.898.570

FUENTE: AFSAE (1935).

las de electricidad. No obstante, a la vista del cuadro 5.9, se aprecia la práctica concentración de las empresas insulares en torno a un grupo balear y otro canario y el incremento del tamaño de dos grupos, Saltos del Duero y Luz y Fuerza de Levante, productoras que habían logrado acuerdos con el grupo Hidroeléctrico. Mientras, en el resto de los mercados destaca la absorción de Coruñesas por parte de La Gallega⁵⁷.

La escala media de las compañías eléctricas había aumentado en este período, aunque todavía en 1935 los recursos básicos de la empresa tipo no superasen los 10 millones de Pts.⁵⁸ y cierta atomización que Juan Muñoz apreciara ya en 1973 para las compañías eléc-

⁵⁷. El Grupo Hidroeléctrico, capitaneado por HI y el Banco de Vizcaya. ⁵⁸. La empresa media se mantuvo en torno a los 10 millones de Pts. Un ejemplo de empresa de tipo medio sería Hidroeléctrica del Guadiaro.

	1930	1935
Recursos básicos	1.979.794,47	2.438.176,00
RB respecto al total de ese año	56,13	56,38
Promedio de RB	197.979,45	243.817,60

FUENTES: AFSAE, años respectivos.

tricas en 1920 persistiera aún en 1935⁵⁹. Con todo, la concentración en algunos mercados eléctricos se aceleró en el quinquenio 1930-1935. Aun cuando hubo entrada de nuevas empresas, desaparecieron entre 1930 y 1935 casi tantas como entre 1917 y 1930, y las que lo hicieron fueron compañías de mayor envergadura —dos millones de recursos básicos en promedio frente a un millón—. En algunas regiones el proceso de integración fue de largo alcance, como en el caso de Cataluña, Madrid, Galicia y el País Vasco —con pérdidas notables en ambos períodos—, y a partir de 1930 este proceso se intensificó en Aragón, Canarias y Valencia. Se mantuvo el abandono de las sociedades más pequeñas en Andalucía, Castilla y La Mancha. Este proceso también favoreció la especialización: entre 1917 y 1935 se redujo en aproximadamente un 15% el número de empresas integradas, aumentando aquellas especializadas en la generación: desde 1930 las empresas productoras sumaban casi un 25% del total y su tamaño medio se duplicó. Sin duda, las productoras habían incrementado su cuota a expensas de la pérdida relativa de aquellas integradas casi en un 10%⁶⁰.

Ahora bien, este fuerte dinamismo patente en el decenio de 1930 no significó una concentración dramática de recursos en torno a las grandes empresas. Como se aprecia en el cuadro 5.10, las 10 mayores habían crecido en tamaño en ese período, pero casi al mismo ritmo que todo el sistema, pues aglutinaban un porcentaje de recursos muy semejante en ambas fechas. En ausencia de una concentración formal de empresas, existía una concentración informal a través de *holdings*.

El panorama que se desprende del cuadro 5.11 es el de unos pocos *holdings* que controlaban casi el 80% del negocio eléctrico en 1935. La presencia del grupo del Banco de Vizcaya, que, junto al Urquijo, se aglutinaba en torno al Grupo Hidroeléctrico, se erigía en la más importante, junto a la del grupo Canadiense y a la irrupción poderosa del Bilbao. Aunque en minoría, los consejeros de estos bancos ocupaban puestos de máxima responsabilidad en las empresas eléctricas del Grupo⁶¹. Sin embargo, es discutible la propia cohesión del Grupo Hidroeléctrico: su presencia efectiva solo venía reconocida por la propia entidad, el Vizcaya, en aquellas compañías promovidas por ella, pero no en otras donde estaba también presente⁶². Como ha demostrado Aubanell, la cultura empresarial de las entidades miembros del grupo era diversa, y, como ha señalado Valdaliso, el Vizcaya definió a partir de 1925 la estrategia corporativa de su grupo, pero cejó en su actividad de promoción de estos negocios⁶³. A pesar de estas fisuras en el Grupo, otras evidencias muestran los acuerdos para la ocupación de los mercados peninsulares, que habría avanzado con éxito en el decenio de 1920 hacia el Norte y Sur de la Meseta, pero mantendría a Cataluña, Galicia y las islas fuera

59. Aun cuando incluido en el volumen bien conocido, su análisis matizado trascendió escasamente. Decía concretamente: «[las compañías eléctricas presentan un] índice de concentración extraordinariamente elevado que, no obstante, todavía es compatible, en las primeras décadas del siglo, con un grado de minifundismo industrial también muy alto». Roldán y García Delgado (1973), v. 2, p. 353. 60. La sola incorporación efectiva de SD influyó profundamente en el equilibrio relativo de fuerzas entre las principales empresas españolas, aunque este no fue el único ejemplo. 61. Véase anejo 3. Algunos de los nombres más reiterados como consejeros del grupo son: Julio Gay para RRFEE, los Ibarra en el Vizcaya y Ruiz Senén como correa de transmisión del Urquijo. 62. Las relaciones entre compañías, en Errandonea (1936), p. 218, y Chapa (1999), p. 23. 63. Aubanell (2001) y Valdaliso (2006), p. 110.

BANCOS	SOCIEDADES	RECURSOS BÁSICOS	PROMEDIO DE RECURSOS BÁSICOS
Banco Hispano Colonial/Banco Bilbao	4	409.117	102.279
Grupo Eléctrico (a)	46	1.413.456	30.727
Grupo Eléctrico + Bilbao	8	223.083	27.885
Grupo Eléctrico + Elektrobank	1	3.850	3.850
Riegos y Fuerzas del Ebro	17	1.083.565	63.739
TOTAL	76	3.133.070	41.225

FUENTE: AFSAE (1935).

a. El llamado Grupo Eléctrico estaba constituido por empresas participadas por el Banco de Vizcaya, el Banco Central, el Banco Español de Crédito y el Banco Urquijo.

de su espacio vital⁶⁴. El surgimiento de un enemigo interior, que amenazaría desde la zona hasta entonces no ocupada del interior peninsular —el Oeste de ambas submesetas, de Castilla, de La Mancha y de Extremadura—, sería el que espolearía definitivamente su acción común. Allí, con participación del Banco de Bilbao, SD había comenzado una estrategia de ocupación de un flanco, que ya en 1930 convertía al Bilbao en el banco que controlaba aproximadamente un sexto de los recursos en manos de los grandes grupos eléctricos españoles.

La incursión del Banco de Bilbao en estos negocios es hoy conocida de primera mano⁶⁵. Su penetración en el mercado catalán —a través de Catalana de Gas y de la C. de Fluido Eléctrico— y particularmente su entrada en el mercado del interior peninsular —mediante SD— no constituyeron movimientos consentidos por el Grupo Eléctrico, sino ataques a sus posiciones. Aprovechando una zona de recursos importantes, a caballo entre varios mercados de los más altamente consumidores de la Península, pero rodeada de una amplia área de influencia no penetrada por las grandes compañías, SD trató de erigirse como alternativa y, durante los decenios de 1920 y 1930, disputó la hegemonía al Grupo eléctrico, que se veía vigorosamente amenazado. En consecuencia, en los años previos a la guerra civil, entre las principales eléctricas españolas se aceleraron las condiciones para el establecimiento de estrategias coordinadas.

5.5 «La temible invasión»: Orbeagozo vs. Urrutia

En 1933, una de las voces de la industria eléctrica se lamentaba del exceso de capacidad alcanzado por el conjunto del parque eléctrico español, que calculaba en 1.000 millones de kWh anuales. La puesta en marcha de una parte de la maquinaria prevista en SD, pero también aquella correspondiente a Saltos del Navia —de Electra del Viesgo— y aquella de HE en Millares, coincidió con la crisis de demanda de los años treinta⁶⁶. La historia de SD resume a la perfección el perfil de estos años: constitución en 1919; dificultades en la financiación y la adjudicación de las concesiones, que se resuelven paulatinamente en 1926 y que culminan con la inauguración de un aprovechamiento que, por sí solo, estaba en condiciones de ofrecer un tercio del total de la energía eléctrica hasta entonces suministrada en España. Del otro lado, el Grupo Hidroeléctrico acaba adquiriendo una estrategia coherente para todo el grupo, pero

64. Tal y como reflejan Valdaliso (2006), Antolín (2006) y Tedde y Aubanell (2006). 65. Se conoce la estrategia ofensiva de SD a través de Chapa (1999), Díaz Morlán (1998 y 2006a), y Tedde y Aubanell (2006); pero queda aún por desvelar la táctica defensiva del Grupo Hidroeléctrico. 66. Así se expresa Pedro Rico Ruano en «La industria eléctrica nacional y el problema de la abundancia de energía eléctrica», extraído de la *Revista de Economía y Hacienda* y reproducido en *La Electricidad* (1933), n.º 178, pp. 17 y ss.

no como gran monopolista, sino, paradójicamente como monopsonio, único capaz de poner en manos de los consumidores la energía evacuada desde Esla.

Entre las muchas figuras destacadas de los primeros años de la industria eléctrica española, llaman la atención particularmente dos. Juan Urrutia, quien, aun fallecido tempranamente, constituye una referencia esencial en el Grupo Vizcaya y las Hidroeléctricas dependientes de aquel⁶⁷; y José Orbegozo. Este último, ingeniero igualmente, podría considerarse el inspirador, además de principal promotor, de la creación de SD. Al pensamiento de Juan Urrutia se accede a través de sus escritos —sus folletos y sus colaboraciones en prensa— y a partir de su labor como cabeza visible de la entonces Asociación de Productores y Distribuidores de Electricidad⁶⁸. En cambio, de Orbegozo tan solo se conocen algunas semblanzas y los trabajos acerca de su labor en la empresa⁶⁹.

Aparte de sus tempranas aportaciones a la contabilización de los recursos hidráulicos disponibles y de su intervención pionera en el debate acerca de su acaparamiento, la obra de Juan Urrutia llama la atención por su preocupación constante por la colocación de la energía hidroeléctrica. Desde 1917, Urrutia divulga su convencimiento de que la electrificación del territorio español precisa del incremento de los consumos intensivos y regulares, tales como los ferroviarios, siderúrgicos y químicos. De ahí su esfuerzo temprano por informar sobre los usos alternativos y de las condiciones económicas en que estos se rentabilizarían⁷⁰. La trayectoria de Hidroeléctrica Ibérica en el País Vasco, que él dirigió, fue en este sentido coherente con su argumentación. Su propósito principal era la venta de la energía disponible y en ello centraba su esfuerzo de absorción de recursos, empresas y mercados para garantizar la viabilidad de esta industria. En otras palabras, Urrutia pertenecía a la generación en que la hidroelectricidad se presentó como una alternativa económica al vapor, y sus demandantes, existentes o potenciales, constituían su razón de ser. Metafóricamente, la visión de Urrutia de este negocio la resumiría Pearson —el gran personaje de la *Barcelona Traction*, como promotor e ingeniero—, que quedó convencido del interés de la inversión en Cataluña por parte del grupo canadiense, no a la vista de los lagos naturales del Pirineo, sino más bien del panorama industrial del Vallés desde la cima del Tibidabo⁷¹. En las grandes inversiones hidroeléctricas iniciales, entre las que HI y BT serían dos ejemplos muy relevantes, la demanda constituyó siempre el requisito básico.

Por el contrario, Orbegozo y su equipo percibían el interés del negocio y se empeñaron en él a la vista de los saltos. Es precisamente el viaje a los arribes del Duero el episodio con el que se inicia un proceso de casi 20 años, de empecinamiento en la viabilidad técnica y económica del proyecto de SD. Y, pese a que en apariencia fueron dificultades institucionales y luego técnicas las que se interpusieron una y otra vez entre 1919 y 1935 en la marcha del proyecto, prevalecieron las económicas. Ni los inversores ni, sobre todo, los eventuales demandantes, que en algún caso podrían haber coincidido, estuvieron enteramente dispuestos a apoyar un plan que atacaba los fundamentos de un sistema eléctrico en equilibrio precario si se inundaba el mercado de fluido a bajo precio. Porque la idea de Orbegozo era esta. Pese a los costes elevados de construcción y transporte, estaba convencido de que tanto en las inmediaciones del aprovechamiento como en los mercados más alejados, Madrid y Bilbao, sería posible ofrecer la electricidad más barata y, por tanto, atraer fácilmente nuevos demandantes. El diseño de Orbegozo era la confrontación directa con las propuestas en apariencia más conservadoras de Urrutia y de sus herederos, el Grupo Hidroeléctrico. Pero

67. Su figura fue bosquejada por Antolín, contraponiendo su estrategia en aquel caso a la de Insull, de Chicago. Antolín (1999b); Muriel (2002) y de nuevo Tedde y Aubanell (2006). 68. Urrutia (1917, 1918 y 1919). 69. Aparte de su aportación técnica a la conferencia de Londres en Orbegozo (1926). Entre las semblanzas recientes, destacan Amigo (1992), Chapa (1999), Muriel (2002) y Díaz Morlán (2006a). Un contrapunto clásico, en Machimbarrena (1941) y Banco de Bilbao (1957). 70. De las 36 páginas de que consta su primer folleto, Urrutia dedicó tan solo 12 a recursos, legislación y economía de las explotaciones eléctricas, mientras el resto abunda en la divulgación de aplicaciones, entre las que destacan aquellas intensivas. Urrutia (1917). 71. La anécdota la cuenta por extenso Roig Amat, según relato de Montañés. Roig Amat (1972).

estos últimos tratarían de impedir a toda costa que el proyecto en el Duero escapase de sus manos.

Un episodio casi desconocido de esta confrontación lo resume la trayectoria de la Compañía de Electrificación Industrial. Una sociedad casi fantasma, puesto que su actividad durante más de 10 años apenas fue visible y su propósito era en apariencia otro, la fabricación de material eléctrico.

Los antecedentes de la iniciativa de SD se remontaban a 1903, cuando Eugenio Grasset, junto a Celayeta y Taramona, realizaron los primeros estudios topográficos; los primeros fundaron la Sociedad General de Transportes Eléctricos (SGTE) en 1906, pero el proyecto recibió su impulso definitivo en 1917, con la entrada en el Consejo de Administración de Orbegozo y de Pedro Ureña, que entablaron conversaciones con Cantero, quien poseía las concesiones complementarias a las de SGTE⁷². Esta circunstancia coincidió con la entrada del Banco de Bilbao en el negocio en 1918. Aunque siempre remiso a un compromiso pleno, el Banco se interesó en Saltos de la mano de Horacio Echevarrieta, quien se había hecho con las concesiones de Grasset y una opción sobre aquellas de Cantero⁷³. Entonces, se constituirían dos sociedades con la concurrencia de estos intereses, la Sociedad Hispano-Portuguesa de Transportes Eléctricos, que se encargaría de la iniciativa empresarial, y el Consorcio de SD, que reuniría los intereses de los concesionarios. A partir de ese mismo año, y más con la entrada de Romanones en el Ministerio, comenzaron las negociaciones con el Gobierno portugués, hasta que en 1926 se concedió por parte española la unificación de las concesiones y en 1927 se alcanzó acuerdo internacional sobre el aprovechamiento del Duero en la zona fronteriza. En el seno de las compañías promotoras las dificultades fueron igualmente numerosas, y hasta 1924 no se lograría un acuerdo para el pago de las concesiones devengadas. Este último acuerdo coincidió con la nueva reconstitución de la sociedad en torno a la razón Hispano-Portuguesa de Transportes Eléctricos-Saltos del Duero⁷⁴. Cuando en 1928 comenzaron las obras de construcción del Salto y de la presa del Esla en Ricobayo, el Banco de Bilbao se mantenía como principal accionista, aunque con una pérdida importante de cuota, ahora en torno al 29%; había entrado el grupo americano *United Securities*, con un 25%, y, aparte de otros accionistas menores —Echevarrieta y la antigua SGTE, en la que participaba Orbegozo—, el Banco Urquijo entraba con un 20% del capital desembolsado⁷⁵. Se diría que en un momento apropiado el Grupo Hidroeléctrico, esta vez a través del Banco Urquijo, entraba en SD. Sin embargo, la realidad parece ser que fue muy otra.

Desde 1919, y por diversos medios, el Grupo Eléctrico trató de interponerse al plan de Orbegozo. Por una parte, denunciando las concesiones y obstruyendo el proceso legal. Por otra, a través de la constitución de la Compañía de Electrificación Industrial ese mismo año⁷⁶. El propósito inicial del Grupo Eléctrico fue arrebatar a sus dueños las concesiones de lo que más adelante serían los SD. De hecho, los intereses comenzaron a agruparse en torno a la Comisión Gestora de los Aprovechamientos Hidroeléctricos del Duero ya en 1918, aunque después fueran las compañías individualmente las que se encargaran de la batalla legal⁷⁷. Diversas maniobras, según señalaba el propio Orbegozo, alimentaron la oposición a la aceptación de la «solución española» propuesta por Ugarte⁷⁸. Con seguridad, su efecto fue primordialmente dilatorio.

72. Chapa (1999), pp. 23 a 60. La cronología no coincide exactamente, sin embargo, con la que aporta con otras fuentes Díaz Morlán (1998). 73. Díaz Morlán (2006a). 74. Información procedente de Díaz Morlán (1998 y 2006a) y Bartolomé (2003), capítulo 3. 75. Chapa (1999) y Díaz Morlán (2006a). 76. Constituida por las principales sociedades productoras del Grupo Eléctrico, más el Banco de Vizcaya, la Sociedad Española de Construcción Naval, Altos Hornos de Vizcaya, el Banco Urquijo, La casa Aldama, el Marqués de Comillas, el Banco de Barcelona, el Banco Hispano-Colonial, la Sociedad de Crédito Industrial, Hullera Española, Carbones Españoles, la Banca Arnús-Garí, Vickers y Pinto-Sotomayor. Chapa (1999), p. 66. 77. La noticia de la existencia de esta comisión gestora la proporciona García Adán (2001). Me refiero a la petición realizada por Electra del Viesgo de algunas concesiones por una R. O. de 1920, recurridas con posterioridad ante el Supremo. Díaz Morlán (1998). 78. Según el testimonio referente a 1921, recogido por Machimbarrena y referido por Díaz Morlán (1998).

Electrificación Industrial cubría otro flanco, lo que se dio en llamar, en la época, «un sindicato de electricidad», para aunar los intereses de los principales productores tanto de material electrotécnico como de energía, excluyendo a los promotores de Saltos⁷⁹. La empresa, que contaba con cinco millones de pesetas de capital social, perseguía a las claras acaparar contratos de compra de energía a gran escala, en particular aquellos para una eventual electrificación ferroviaria.

La inspiración de Urrutia, componente del primer Consejo de la Compañía, se dejó ver ya en sus primeros pasos. Se trataba de comandar a través de esta sociedad la electrificación de los ferrocarriles españoles, que la energía empleada fuera la de Duero, y que los principales fabricantes españoles de material eléctrico participasen en el proceso⁸⁰. La ocasión era doble: el temor al proyecto recientemente impulsado por el Banco de Bilbao y, además, la posibilidad de ofrecer una solución ante la posible electrificación de una parte de la red ferroviaria española. Como es bien sabido, *el problema ferroviario* había estallado al compás de la Gran Guerra en España, cuando el incremento de la demanda de transporte se sumó a la falta de renovación de los equipos desde el fin de siglo anterior⁸¹. Si bien la promulgación del Estatuto Ferroviario en 1924 se orientó por una renovación de los equipos continuista, durante los años anteriores se barajaron al menos tres opciones: la generalización de la doble vía, el cambio de tracción a la eléctrica y la renovación ya conocida.

En la coyuntura previa a la promulgación del Estatuto Ferroviario cobró, pues, sentido la constitución de la Compañía de Electrificación Industrial. Esta, dirigida desde sus inicios por Sánchez Cuervo, aspiraba a protagonizar la electrificación de los ferrocarriles. Sánchez Cuervo, formado en Barcelona junto a Ríu, el promotor de Energía Eléctrica de Cataluña, había participado ya en 1916 en el concurso convocado por el Instituto de Ingenieros Civiles bajo el lema «Conveniencia y posibilidad de electrificar los ferrocarriles españoles»⁸². Una vez a la cabeza de la Compañía, su director se empeñó en sucesivos estudios sobre la electrificación de diversas líneas y en contactar con las líneas que, todavía lejana la reversión de sus concesiones, pudieran precisar tracción eléctrica por razones técnicas⁸³. Al final se electrificó por un valor en torno a los 100 millones de pesetas, aunque esta cifra no constituyera ni un 15% del total de la inversión presupuestada⁸⁴.

Así, la estrategia inicial del Grupo Eléctrico fracasaba⁸⁵. Ni había sido fructífera su interposición en el terreno de las concesiones a SD, ni era viable la colocación de la energía que de allí emanase mediante la electrificación a gran escala de los trenes españoles.

En el entretanto, la demora legal del proyecto de SD fue tan prolongada que la muerte sorprendería en 1925 a Juan Urrutia sin que el contencioso se hubiera rematado. Varios indicios señalarían que, incluso una vez resuelto en 1926, el Grupo Eléctrico siguió propug-

79. Manuel Delgado, en el I Congreso Nacional de Ingeniería. Suelto (1920), «La producción y explotación de energía eléctrica no debe ser objeto de Monopolio», *La Energía Eléctrica*, p. 61. 80. Según los Estatutos sociales de la compañía, y así reseñado en su escritura de constitución de 26 de abril de 1919, transcrita por García Adán (2001). Tal propósito aparecía asimismo en los primeros folletos de Urrutia, y así lo recoge Suelto (1919), *La Energía Eléctrica*, p. 135. 81. Sigo aquí a Comín et álíi (1998), cap. 6, pp. 281 y ss., y Artola (1978), pp. 409 y ss. 82. Aparte de su trabajo, se presentaron el de José Luis Valentí de Borda, ingeniero de Caminos y relacionado con una compañía alemana de construcciones eléctricas, y el de Viani y Burgaleta, técnicos vinculados a la empresa de los ferrocarriles del Norte, cuyo trabajo fue posteriormente publicado en 1919 por el Ministerio de Fomento, al ser aquel que más se ajustaba a la solución definitivamente adoptada. Viani y Burgaleta (1919). 83. Un elenco de estas gestiones, en García Adán (2001). El precio al que la energía podría cobrarse era de 3 céntimos de Pts. el kWh, en el tramo de Pajares, según Suelto (1920), *La Energía Eléctrica*, p. 13. Sus juicios comenzaron a ser más pesimistas en 1921, ya que consideraba entonces que los kilómetros necesariamente electricables de la ferroviaria española no sobrepasaban los 1.500. El juicio al que me refiero es el vertido por él mismo, junto a Indalecio Prieto y Burgaleta, en una Memoria presentada al Ministerio de Fomento, respondiendo a la RO de 2 de noviembre de 1920. Véanse también Sintés y Vidal (1933), p. 154; Wais (1974), p. 160, y Compañía de los Caminos del Hierro del Norte de España (1940), p. 234. 84. Esta se elevó a 721,8 millones de Pts. y procedió tanto de fondos presupuestarios como, en particular, de emisiones de deuda ferroviaria. Artola (1978), pp. 423 y ss. Sobre el papel del Estado, veáanse Tedde (1978), v. II, p. 211, y Comín y Martín Aceña (1998), c. 6, con datos procedentes de Ortúñez (1997). 85. La Sociedad de Electrificación Industrial se reorganiza, mediante unas nuevas bases, en el propio 1924, y la comisión liquidadora se nombra en 1930, para disolverse definitivamente el 14 de julio de 1931. García Adán (2001).

nando una estrategia de confrontación y que SD representó un competidor difícil de someter a la disciplina del Grupo. Los indicios a los que me refiero son los siguientes. En primer lugar, las principales compañías del Grupo tuvieron que acometer en los últimos veinte y primeros treinta el aumento de su parque hidroeléctrico con costes elevados⁸⁶. De haber supuesto la probabilidad de un acuerdo ventajoso, costaría creer que hubieran iniciado esas obras⁸⁷. En segundo lugar, SD logró hacerse a su vez con una red en el Oeste de la meseta, llegando a acuerdos con las compañías que abastecían aquellos mercados y que mantenían, todavía en los últimos veinte, autonomía respecto al Grupo Eléctrico. Así, en 1929, SD había alcanzado compromisos de distribución y había absorbido compañías que permitían la colocación de su fluido en Valladolid, Salamanca, Zamora, Palencia, Burgos, León, Soria y Cáceres⁸⁸. El tercero consistió en la participación, a partir de 1928, toda vez que la consecución del proyecto de Electrificación parecía inviable, del Banco Urquijo en la capitalización de SD. Ese 20% que aportó el Banco madrileño se entregó en un momento clave para el proyecto de Orbegozo, pues la construcción peligraba a causa de la falta de liquidez y de la indecisión del Banco de Bilbao. Esta iniciativa, sin embargo, no tuvo lugar motu proprio por parte de SD, sino por intermediación de un italiano, Leo Targiani, que, relacionado con las Hidroeléctricas a través del lazo existente entre la General Electric y la Sociedad Ibérica de Construcciones Metálicas, estableció la necesidad de un convenio con el Grupo Eléctrico como condición para la participación de los capitalistas americanos —United Electric Securities, conectado con la General Electric de Nueva York— en el proyecto de SD⁸⁹.

Así, y pese a la aportación del Urquijo, en 1933, a poco más de un año de la puesta en marcha de los grupos generadores en el Esla, el arreglo entre el Grupo y SD no parecía inminente. De un lado, la prensa reflejaba el temor de las compañías establecidas tanto a una eventual competencia como a la sobreproducción⁹⁰; pero, de otro, era evidente asimismo que las redes de distribución del Oeste de España, adquiridas por la compañía, serían incapaces de digerir la energía liberada por el potencial disponible en pocos meses en el Esla. Aun cuando el empeño de Orbegozo parecía verse cumplido, pues la energía que SD evacuaría en la red sería abundante y presumiblemente barata, el proyecto topaba entonces con la escasez de contratos de compra. SD había logrado el compromiso —en concurrencia con el resto de los grupos— del abastecimiento de un tercio de la energía que necesitaría, tras ver terminada su construcción, la línea ferroviaria de la Compañía de los FFCC del Norte que uniría Madrid con Ávila y con Segovia⁹¹. Nada se había avanzado, sin embargo, en el establecimiento de una importante industria consumidora, como podría haberlo sido una electroquímica, en el entorno inmediato del aprovechamiento (véase capítulo 3). Las líneas de transporte eléctrico desde el salto a Bilbao y Madrid avanzaban a buen ritmo en su tendido de alta tensión, pero allí topaban con la competencia de las dos Hidroeléctricas y UEM. Solo el acuerdo con el Grupo salvaría su viabilidad⁹².

El primer convenio se suscribió en julio de 1934 por parte de HI, HE, Energía e Industrias Aragonesas, C. E. de Langreo, Viesgo, UEM, Saltos del Alberche, Electra de

86. La construcción de Millares y la ampliación de la generación de la UEM a través de la Electra de Castilla y Saltos del Alberche constituyeron operaciones muy costosas. Aubanell (2001). **87.** Esto es, Hidroeléctrica Ibérica en los Pirineos a partir precisamente de 1922, Viesgo en Navia, HE en Millares y UEM, con su posterior incorporación de Electra de Castilla. **88.** A través de los acuerdos con la Electra Popular Vallisoletana y la Hidroeléctrica del Pesqueruela en Valladolid; la Electra Abulense y la Hidroeléctrica de Navarra en Ávila; y las Eléctricas de Cáceres y Salamanca en sus respectivas provincias. AFSAE (1935). **89.** La Sociedad Ibérica había sucedido a Electrificación Industrial en todo proyecto de construcción de material Electrotécnico. Chapa (1999), pp. 71 y ss. **90.** Rico Ruano (1933), *La Electricidad*, n.º 178, p.17. También, Errandonea (1935a). Este razonamiento, también en Tedde y Aubanell (2006). **91.** La propuesta presentada para la electrificación de los ferrocarriles del Norte en sus líneas de Madrid a Ávila y Segovia y los enlaces de Madrid fue mancomunada por HE-UEM-Saltos del Alberche y SD. El consumo esperado en esta línea era de aproximadamente 40 millones de kWh anuales, lo que significaba el 1,2% de la demanda total de electricidad en España. Suelto (1933), *Mundo Financiero y Comercial. Revista de Economía y Hacienda*, n.º 662, pp. XI y XII. **92.** Refiero aquí las declaraciones de Orbegozo a la Junta General de Accionistas de SD, reproducidas por Suelto (4 de mayo de 1934), *El Financiero*, pp. 618 y 619.

Castilla y, por fin, SD. Según aquel, el territorio peninsular se dividía en tres zonas⁹³. El convenio definitivo se firmó en 1936, con las mismas compañías y en términos semejantes, pero el comienzo de la guerra civil desbarataría su completa puesta en práctica, pues el país quedó dividido⁹⁴.

La inauguración en febrero de 1935 de Ricobayo, el primer salto del Esla, cerró el enfrentamiento en absoluto aparente entre ambos grupos. La disolución unos años antes de la Compañía de Electrificación Industrial induciría a pensar en el fracaso de la estrategia del Banco de Vizcaya, que se diría a partir de entonces, y al menos hasta 1943, conminado a convertir las empresas por él interesadas en distribuidoras de la energía de SD. Antes al contrario, los convenios aquello que representan es la incapacidad de la estrategia de Orbegozo para vencer la resistencia opuesta por el Grupo Eléctrico. En ausencia de importantes demandantes propios, y reducida su participación en las electrificaciones ferroviarias previstas, SD hubo de aceptar los precios de compra del fluido impuestos por los demandantes, el gran monopsonio conformado por las empresas del Grupo Eléctrico, en el País Vasco y Madrid. Estos eran sin duda muy bajos, si se considera que corría por cuenta de SD la transformación y el transporte de la energía hasta los puntos de consumo. Así, el empeño de Orbegozo, la obtención de energía copiosa y a coste bajo, tropezó tanto con la barrera de los costes de primer establecimiento que exigía una financiación onerosa, como, una vez construido el aprovechamiento, con que sus suministradoras se encastillaron en no repercutir sobre los consumidores las ventajas de su conexión a SD. La fragilidad del acuerdo era tal que, roto una vez más en 1943, SD fue absorbida por HI, dando lugar a Iberduero en 1944.

En realidad, la pérdida de la posición hegemónica de un grupo de empresas asentado en los mercados mesetarios y la caída súbita de los precios de la electricidad originada por un período de competencia eran situaciones conocidas veinte años atrás, cuando las compañías termoeléctricas habían sucumbido al empuje de las hidroeléctricas⁹⁵. Sin embargo, en los primeros treinta, las compañías establecidas aguantaron la gran ofensiva. Ellas ostentaban las redes, pero tampoco había ni vapor para sustituir ni alumbrado eléctrico que difundir. En los treinta, ni el alumbrado ni la manufactura ni nuevos demandantes institucionales mostraron elasticidades-precio similares a las que alumbrado y manufactura tuvieron durante las primeras traídas de hidroelectricidad, veinte años atrás⁹⁶.

5.6 Nota final

El sistema eléctrico español sufría en 1925 de bajos rendimientos. Las instituciones públicas procuraron emular a los países vecinos e intentar una intervención para la financiación de embalses y de la red eléctrica nacional, pero ninguna de las dos tuvo un impacto relevante en la vida de las compañías, que, durante el decenio anterior al conflicto civil, avanzaron a buen ritmo hacia su integración productiva y financiera, aunque todavía muy lejos de la construcción de mercados integrados y jerárquicamente estratificados bajo el paraguas de empresas de cabecera regional. Al contrario, en 1930 aún fue posible que un nuevo e importante grupo empresarial comenzara una aventura hidroeléctrica en el interior peninsular, y este entrante no

93. Así, en Bilbao, el grupo adquiriría 80 millones de kWh anuales a un precio de 5,5 céntimos de Pts. el kWh. En Madrid, 30 millones a un precio máximo de 6 céntimos. Una vez absorbidos los 110 millones de kWh puestos entonces en circulación, los sucesivos aumentos corresponderían un 50% a la zona de Saltos de Duero y un 25% a la zona de Madrid. Se comprometían a parar el programa de nuevas construcciones todas las empresas, excepto los previsibles aumentos en Saltos del Alberche, debido a su compromiso con el Estado, y, según cláusulas especiales, en Sabiñánigo —Energía e Industrias Aragonesas— y en la térmica de Langreo. Se preveía también el suministro en verano. Se dejaba fuera del compromiso el suministro a Ferrocarriles del Norte, que seguía correspondiendo a HI, cuando no estaba ya pactado, y se dejaba entera libertad a SD para que incrementase por su cuenta su capacidad. Suelto (20 de febrero de 1934), *El Financiero*, p. 993; Díaz Morlán (2006a). 94. Chapa (1999), p. 137. 95. Véase capítulo 4. 96. En el cálculo de elasticidades de la demanda que efectúa Aubanell para Madrid, concluye que la demanda de electricidad fue inelástica a partir de 1931. Aubanell (2001), p. 365.

fue el único. Saltos del Duero ofrecía gran cantidad de energía y sus costes de explotación podrían haberle permitido ofrecer precios sustancialmente menores que los de sus competidores. Sin embargo, en los primeros treinta una caída significativa de los costes no vendría a provocar una caída destacable de los precios eléctricos. En primer lugar, por el poder en los mercados de distribución del Grupo Hidroeléctrico. En segundo lugar, por cuanto la instalación de grandes consumidores —ferrocarril y químicas— no prosperó. En tercer lugar, no menos importante, la elasticidad precio de alumbrado y manufactura se mostró significativamente menor que en el decenio de 1910.

6 Conclusiones

El mapa eléctrico que se dibujaba en 1935 en España era el de una industria cuya explotación había evolucionado caracterizada por tres rasgos principalmente. El primero consistía en el lento crecimiento del parque eléctrico en términos internacionales, fijándose este diferencial durante el primer decenio del siglo y acentuándose durante los primeros treinta. Como segundo rasgo destacaba un rendimiento de las instalaciones menos intenso que en otros países. Por último, llamaba la atención la estructura dual en la composición de los equipos, con pervivencia de tecnologías obsoletas, al lado de un subsector hidroeléctrico que había avanzado a buen paso en el camino del uso de grandes unidades de generación y en el almacenamiento de agua mediante embalse. Esta dualidad en el terreno de la explotación tenía su correlato en un reparto territorial igualmente dicotómico, con zonas muy electrificadas y otras apenas transitadas por redes de ámbito local.

Este patrón de desarrollo sectorial se alejaba del común de otros países hidrodependientes. Y la electrificación resultante era asimismo diferente: más lenta, a menor escala y escasamente intensiva. La evolución de la electrificación española se asemejaba a la trayectoria de los entornos térmicos: lugares en que la electricidad se adoptó inicialmente para iluminación y luego se impuso en el sector manufacturero al sustituir al vapor. En particular, el hecho de que fuera durante la coyuntura de la Gran Guerra cuando se espoleara el aprovechamiento de los recursos hídricos españoles, esto es, cuando otras energías alteraron su precio al alza, confirma que la evolución de los precios energéticos fue la que primeramente orientó la extensión de la electricidad en el sector manufacturero. No obstante, antes de la guerra civil, el empleo de la hidroelectricidad no alteraría en profundidad el perfil sectorial y territorial de la manufactura española.

A primera vista, se diría que la elección hidráulica pudo ser equivocada: El desenlace singular de una coyuntura particular que determinó una senda, la del agua, poco adecuada a largo plazo para el entorno español. Sin embargo, el equipamiento hidráulico siguió, y sigue, creciendo. Con retraso, pero sin el añadido de nuevas tecnologías, la España de finales de los años cincuenta logró dar alcance a la Italia de entreguerras en términos de potencia instalada y solo al final del decenio de 1960 las centrales térmicas de nueva generación, las que usaban fuel, arrebataron la hegemonía al agua como recurso primario para la obtención de electricidad en España. El agua fue muy útil, incluso imprescindible, para ahorrar otras energías y cubrir de redes de distribución el territorio español, pese a que su contribución al crecimiento económico en sus primeros años fuera modesta en términos internacionales.

Los usos iniciales de la electricidad, las aplicaciones urbanas asociadas a la electricidad de origen térmico, alcanzaron una destacable difusión, que se correspondió con la irrupción de la inversión internacional y el florecimiento de iniciativas autóctonas. Las compañías pioneras contaron con un camino administrativamente expedito, en el contexto liberal que perfilaron tanto la Ley de Aguas como la práctica de la gestión de los servicios públicos por parte de los municipios españoles. La escasa difusión del gas y, en cambio, la coincidencia de la extensión del alumbrado eléctrico con un período de creciente urbanización en España actuaron muy a favor del despliegue del alumbrado eléctrico. No obstante, en vísperas de la I Guerra Mundial, España se encontraba lejos aún de alcanzar los logros en cuanto a disponibilidad eléctrica que se constataban en otros países hidrodependientes. La práctica ausencia de otras aplicaciones ensombrecía el panorama tan halagüeño que presentaba esta industria de suministro eléctrico en el momento de la irrupción generalizada de la hidroelectricidad.

En efecto, la dotación hidráulica del territorio español impidió estrictamente la difusión temprana de la mayoría de las aplicaciones intensivas de tipo electrolítico. Asimismo, las limitaciones del potencial hidráulico técnicamente explotable de la Península estorbaban se-

riamente la termoquímica. Los saltos peninsulares difícilmente podían competir con localizaciones alpinas o escandinavas destinadas a estos usos, incluidas aquellas escogidas concienzudamente, como lo fueron Berga o Sabiñánigo. Esta evidencia, aun siendo ajena a buena parte de la literatura nacionalista de entreguerras y del primer franquismo, era seguramente conocida por cualquier eventual promotor internacional de estas aplicaciones. La internacionalización de estos mercados resolvió que las fábricas se emplazaran allí donde las condiciones para la producción fueran más propicias. El coste de la energía era un elemento esencial en esta localización y España quedó excluida de estas inversiones. Frente a la desventaja física absoluta en la electrólisis, en la termoquímica, la desventaja relativa se sumó a la temprana colusión de sus principales productores, que aprovecharon la mayor escala de sus industrias para proceder a la ocupación del mercado mundial e impedir el acceso de los entrantes. Con todo, incluso cuando se contó con energía barata, como en Saltos del Duero, Esla podía llegar a ser Niágara, pero Valladolid tardaría en ser Búfalo. Por lo demás, la frustración relativa de este brote electrificador presta coherencia al arranque tardío de la electrificación española y a lo insólito de la autogeneración; y, a largo plazo, esclarece por qué el sistema suministrador español se ancló en los bajos rendimientos, al no poder incorporar consumidores intensivos a sus redes.

Con la irrupción de la hidroelectricidad, arrancó el crecimiento sostenido de la industria eléctrica en España. Este coincidió con su difusión masiva iniciada en torno a la I Guerra Mundial en varias regiones. Los brotes electrificadores fueron de dos tipos principales. Por una parte, el ejemplo catalán muestra que la sustitución de energías alternativas fue esencial allí donde existía una tradición manufacturera lastrada por una histórica constricción energética. Por otra, la electricidad propició nuevos territorios para la industrialización, entre los que destacan Madrid y Aragón, ambos con la incorporación de nuevos consumidores industriales. Ahora bien, mientras que en Aragón la disponibilidad de recursos naturales ventajosos fue básica para el surgimiento de algunos consumidores intensivos, en Madrid fue la demanda amplia de su entorno la que incentivó un proceso de sustitución de trabajo no cualificado por maquinaria eléctrica. De este modo, mientras que la electricidad ganaba terreno en el consumo eléctrico bruto, apenas se alteró la intensidad energética del conjunto de la economía española.

En su conjunto, la evolución de los precios de las energías alternativas y la de otros factores de producción, particularmente el trabajo, fueron variables decisivas en la electrificación de la manufactura. Conviene recordar, no obstante, que otras condiciones favorecieron asimismo esta electrificación: la disponibilidad de recursos naturales adecuados, unas condiciones institucionales propicias y unas empresas capaces de acometer las tareas iniciales de esta industria de suministro eléctrico, es decir, financiar y construir.

Ahora bien, en torno a 1925, el sistema eléctrico español sufría aún de bajos rendimientos. Las instituciones públicas procuraron erradicar este lastre y emular a los países vecinos intentando una intervención para la financiación de embalses y de la red eléctrica nacional. Estas iniciativas no alcanzaron un efecto relevante en la vida de las compañías, que, durante el decenio anterior al conflicto civil, avanzaron por su cuenta y a buen ritmo hacia su integración productiva y financiera, aunque todavía muy lejos de la construcción de mercados integrados y jerárquicamente estratificados bajo el paraguas de empresas de cabecera regional. En realidad, en 1930 aún era posible que un nuevo e importante grupo empresarial comenzara una aventura hidroeléctrica en el interior peninsular.

El desafío de Saltos del Duero, pero también de otras iniciativas en Cataluña y Valencia, fue ofrecer gran cantidad de energía a precios sustancialmente menores que los de sus competidores, pues así se lo permitían sus costes de explotación. No obstante, en los primeros treinta, una caída significativa de los costes no vendría a provocar una rebaja paralela de los precios eléctricos. En primer lugar, por el poder en los mercados de distribución de las compañías establecidas, del Grupo Hidroeléctrico. En segundo lugar, por cuanto la instalación de grandes consumidores —ferrocarril y químicas— no prosperó. En tercer lugar, no menos im-

portante, porque la elasticidad precio del alumbrado y de la manufactura se mostró significativamente menor que en el decenio de 1910.

En 1935, poco podían sospechar los negociadores del Grupo Hidroeléctrico y de Saltos del Duero el brusco incremento de la demanda eléctrica que aparejaría la inminente guerra civil y la posguerra. Ante las dificultades de obtención de otras fuentes de energía, la electricidad vino a sustituirlas a marchas forzadas, y el exceso de capacidad previsto que mantuvo a los negociadores de Saltos de Duero en situación de debilidad frente al gigante Hidroeléctrico en los primeros treinta se trastocó en los últimos cuarenta en la bien conocida escasez que dio paso a las restricciones. No obstante, la suerte estaba echada y fue Hidroeléctrica Ibérica la que capitaneó la fusión en 1944 del gigante Iberduero. Con este episodio, y como queda dicho, el mapa eléctrico español, y el reparto de sus mercados, quedaron en sus grandes trazos inalterados hasta el final del franquismo.

ANEJO 1. Cálculo de la serie de potencia y producción del sector eléctrico 1880-1936. Material y procedimiento¹

Tres series se consideran básicas para el examen de la evolución de cualquier sector eléctrico: la potencia productiva total según el origen primario del fluido; la producción, y el consumo efectivo, con distinción del carácter del usuario. En el caso español, se carecía hasta ahora de fuentes agregadas fiables, coetáneas, seriadas y confeccionadas con criterios uniformes. Se cuenta únicamente con dos series oficiales, que consisten en reconstrucciones a posteriori de la producción y el consumo de electricidad, pero elaboradas a partir de la proyección de datos disponibles para el decenio de 1930 y que soportan un alto grado de incertidumbre incluso para ese período².

En estas circunstancias, el procedimiento habitual consiste en estimar, en primer término, una serie de potencia instalada para luego, conociendo las condiciones en que su explotación tenía lugar, calcular la producción según la utilización de las centrales y, sustrayendo las pérdidas, estimar el consumo. Este método entraña una ventaja, que estriba en que así se precisa la oferta efectiva; sin embargo, en contrapartida, se desdibuja el rasgo propio de los sistemas eléctricos: la trayectoria volátil del rendimiento de la capacidad productiva³. Otros inconvenientes derivan de la naturaleza de la información: la parcialidad, la dispersión y la heterogeneidad de las fuentes.

La estimación de una serie de potencia eléctrica en España ha de partir de relaciones ocasionales de potencia instalada, siempre incompletas⁴. Estas son parciales de tres maneras diferentes: por omisiones territoriales, porque establecen un umbral mínimo de potencia para su inclusión en el recuento o porque obvian aquellas centrales desconectadas de redes comerciales. He procurado salvar estas dificultades proyectando un elenco seriado de grupos generadores, según su incorporación anual, a fin de corregir las lagunas de los recuentos disponibles. Lamentablemente, este último es muy posterior, correspondiente a 1958, y, aunque enjuge parte de las deficiencias interanuales del resto de las fuentes, deviene inventario de mínimos, al estar afectado por las destrucciones y el abandono de instalaciones⁵. En este sentido, se propone una serie de potencia instalada total que sufre en su conjunto un sesgo ligeramente a la baja. Aumenta en verosimilitud según avanza el período objeto de estudio, debido a la calidad de las fuentes empleadas, aunque para los años posteriores a 1926 presente algunas lagunas al no contabilizarse exhaustivamente los auto-productores.

La dispersión del material deriva tanto de sus diversos orígenes, público y privado, como de la falta de continuidad de los organismos que se encargaron de su recopilación. En los últimos veinte, esto se trató de subsanar por el Consejo de la Energía, pero este organismo fue absorbido en los primeros treinta por el Consejo de Obras Hidráulicas y su archivo permanece extraviado⁶. En consecuencia, la búsqueda de los materiales se ha convertido en un proceso premioso y preñado de incertidumbres⁷.

1. Una versión anterior de este anejo fue publicada en la *Revista de Historia Industrial*. Bartolomé (1999). 2. INE (varios años), recogido por Carreras (1989). Los datos procedían de la proyección para períodos anteriores de aquellos elaborados por la COPDE para el decenio de 1930. 3. En los sistemas de predominio hidroeléctrico, como el español de anteguerra, las variaciones pluviométricas determinan en buena medida la relación de la producción hidráulica respecto de la térmica. En ausencia de regulación de caudales, el equipo térmico actúa como potencia de reserva durante los períodos de estiaje y en las puntas de demanda del sistema. Turvey y Anderson (1979). 4. Algunas insuficiencias de las estadísticas españolas, en Gallego (1926a) y Errandonea (1935 e). 5. Sudrià utilizó ya este procedimiento, pero sin someterlo con posterioridad a una revisión como la aquí realizada. Sudrià (1987). 6. Este organismo publicó, como se verá, un material muy relevante en los primeros treinta, que hace ver la riqueza de la información compilada. Alguna documentación parece que la heredó el INI, según se deduce del Archivo-INI, leg. 250. Sobre el origen y dedicación del Consejo de la Energía, véase Bartolomé (1993), parte II. 7. Me refiero, en particular, a los estadillos provinciales aparecidos, en su mayoría, a lo largo de los primeros años veinte y treinta. A través del seguimiento de *La Energía Eléctrica*, *La Electricidad*, *Madrid Científico* y *La Revista de Obras Públicas* es posible reconstruir la publicación de los principales materiales necesarios para la reconstrucción de esta serie.

La heterogeneidad de las fuentes ocasiona asimismo diferentes dificultades. En primer lugar, la estimación se presenta en una unidad homogénea, mientras que los recuentos aparecen medidos en unidades muy diferentes. Incluso unidades diversas se utilizan en un mismo elenco. Pese al empleo de las conversiones internacionalmente admitidas, un cierto grado de incertidumbre no ha sido erradicado⁸. En segundo lugar, la información de las instalaciones que presentan las fuentes es muy diversa. Mientras que algunas de ellas son exhaustivas respecto al nombre del aprovechamiento, localización, potencia y titularidad de la compañía correspondiente, otras adolecen de importantes deficiencias documentales. A lo largo de todo el período, solo es viable el seguimiento de los grandes establecimientos. En consecuencia, se ha optado por tomar la región convencional, con algunas correcciones, como unidad de agregación⁹. Es decir, como la localización provincial es el único campo común al conjunto de las centrales, se ha resuelto considerar el conjunto de la capacidad disponible en cada región en el año correspondiente como la magnitud base para comparar los datos ofrecidos por el recuento de 1958 con aquellos emanados de fuentes alternativas. En la práctica, el procedimiento diseñado solo se ha podido llevar a cabo con las centrales hidroeléctricas y a partir de 1900. La información para años anteriores no lo permite y la serie de potencia termoeléctrica no se ha podido desagregar regionalmente.

El resultado de la estimación consiste en dos series, una hidroeléctrica y otra termoeléctrica, de potencia instalada en kW, la primera de las cuales se ha desglosado anualmente por regiones a partir de 1900, y la segunda y la global tan solo anualmente. Una vez obtenidas las series, se han construido las correspondientes de producción térmica e hidroeléctrica. Estas últimas se han elaborado considerando los rendimientos medios recogidos en la prensa técnica coetánea en forma de horas de utilización de la potencia hidráulica y térmica por separado. Para los últimos años, a partir de 1929, se ha acudido a aquellos que proporcionaba la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores¹⁰. Así se ha logrado que, mientras que en la mayor parte de la serie no es posible advertir las oscilaciones en la producción debidas a las variaciones en el rendimiento del aparato productivo y de la propia demanda, sí se recogen estas perturbaciones para los últimos años, aunque la Cámara no incluyera dos tipos de centrales —las de auto-generación, con rendimientos presumiblemente elevados, y los establecimientos menores, con explotación estacional, pero cuyas utilizaciones se compensarían entre sí—. En consecuencia, hasta 1929, esta serie de producción expresa la tendencia general de la producción en mayor medida que sus oscilaciones.

Por último, se incluye también la serie de consumo oficial que hasta ahora se ha venido publicando en los Anuarios Estadísticos de España. Pese a su disconformidad con mis cifras de producción —esta última se compone de consumo más pérdidas en transporte—, se ha preferido incluirla aquí, puesto que, ante la ausencia de otras fuentes alternativas, sus porcentajes de utilización por grupos de consumidores pueden muy bien servir de referencia acerca de la tendencia general de esta. Además, algunas referencias coetáneas disponibles coinciden en señalar que la orientación mantenida por el consumo se adecuó en líneas generales a la recogida en estos porcentajes. La principal laguna de esta serie estriba, sin embargo, en que no se desglosan, de entre los usos industriales, aquellos dedicados a utilizaciones intensivas. Al contrario que en otras estadísticas contemporáneas correspondientes a otros países europeos, los usos industriales se consideran globalmente. Pese a que algunos testimonios de la época atestigüen que el porcentaje dedicado a este empleo se acercaba al 8% en torno a 1935, se carece de una serie sobre la evolución a largo plazo de este consumo básico para el examen de un territorio de predominio hidroeléctrico.

8. Véase Glosario. 9. Las regiones referidas son las correspondientes al mapa autonómico de 1978, exceptuado el caso de Logroño, incorporado a Castilla, Asturias y Santander, que se han considerado como una sola región, y Navarra, que se ha unido al País Vasco. Esta alternativa se ha adoptado aun a sabiendas de que regiones y mercados se correspondían escasamente en el caso español y de que habría sido más correcto emplear el reparto peninsular de mercados mediante las zonas de influencia de las grandes compañías reconocido por UNESA, pero la imposibilidad de la localización efectiva de los establecimientos en algunos recuentos importantes lo ha impedido. Véase UNESA (1986). 10. COPDE (1929-1936).

RECuento (a)	POTENCIA INSTALADA TOTAL EN KW	TOTAL APROVECHAMIENTOS	POTENCIA INSTALADA MEDIA EN KW
1901	32.135,81	541	59,40
1908 (*)	574.541,72	394	1.488,04
1909 (*)	289.967,78	520	596,56
1910	86.843,37	1.045	83,10
1914	191.280,25	130	1.471,39
1917	323.970,73	652	602,18
c.1918	342.256,17	s.d.	s.d.
1919 (*)	s.d.	182	s.d.
1920	466.136,32	276	1.688,90
1925	511.191,67	1.456	351,09
1926	709.481,71	1.618	438,48
1931	959.452,00	299	3.208,86
1935 (b)	1.064.136,00	396	2.734,77
1935 (c)	1.154.885,60	571	2.026,12

FUENTE: Véase texto.

a. Aquellos recuentos señalados con asterisco corresponden a recuentos provinciales incompletos.

b. Los recuentos corresponden a las cifras de la COPDE.

c. Los recuentos corresponden a la proyección del recuento de 1958 para esa fecha.

A continuación se esboza el itinerario pormenorizado que se ha seguido para discriminar entre las fuentes disponibles y el procedimiento concreto de confección de las series, para pasar luego a presentar los resultados.

Los materiales

Hasta el comienzo del siglo XX, los recuentos de centrales eléctricas corrieron a cargo de iniciativas particulares. Incluidos en anuarios industriales de carácter general o en publicaciones específicas de propósito divulgativo, su objetivo era el de dar publicidad a las instalaciones existentes, proporcionando a los interesados la información precisa para ocupar mercados de alumbrado todavía desabastecidos. Estos listados se efectuaban a partir de la documentación remitida por los propios establecimientos, de acuerdo con cuestionarios enviados por los responsables de las publicaciones. Las informaciones contenidas son en general poco uniformes —en lo relativo a potencia instalada, por ejemplo, no se emplean unidades fijas— o incompletas, pues presentan vacíos documentales acerca de provincias o regiones enteras. El primer recuento publicado del que se tiene noticia es el de Oriol Román en el *Anuario de la Minería* de 1889¹¹. En 1897 comienza la publicación de su *Cartilla Agacino*, jefe de la Armada en Cádiz y estudioso y publicista electrotécnico, que continuará con su edición una vez iniciado el nuevo siglo. Agacino proporciona información sobre las poblaciones que disponían de alumbrado eléctrico, la clase de corriente empleada, el sistema de distribución, la potencia explotada y el precio del alumbrado. Pese a sus ampliaciones anuales, sus datos resultan solo ilustrativos y de escaso valor a efectos comparativos¹².

11. *Anuario* (1889-1894) y Oriol Román (1895). 12. Agacino Martínez (1897-1903).

En los primeros años del siglo XX, las iniciativas particulares no declinaron. Los anuarios industriales continuarían publicándose hasta el decenio de 1930, bajo sucesivas denominaciones y con información cada vez más escueta o con mero interés publicista¹³. Aparecieron, sin embargo, anuarios y agendas específicamente eléctricas, dando cuenta de la magnitud que el fenómeno de la electrificación del alumbrado estaba adquiriendo. De este tenor cabe considerar los esfuerzos de Yesares Blanco, uno de los divulgadores eléctricos más prolíficos¹⁴. Sus listados incluyen información sobre propietarios, directores, potencia, tipo de motor y dinamo, número de lámparas que alimentan y casa constructora de la maquinaria. Desde 1903, la mayoría de sus lectores parece constituirse por aquellos dispuestos a poner en marcha nuevas centrales: se incluye el elenco de las poblaciones carentes de servicio eléctrico de alumbrado, según su número de habitantes. Entre las agendas y vademécum de los primeros años del siglo también se cuenta la agenda promovida por Montero Gabutti, que asimismo incluye un recuento somero de establecimientos eléctricos en explotación¹⁵. A pesar de la riqueza documental de estas agendas y anuarios, no se ha considerado la posibilidad de su utilización a efectos de la construcción de la serie, puesto que refieren la potencia demandada y no la disponible.

Las primeras estadísticas oficiales del conjunto de la industria fueron las publicadas por la Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio en 1901, 1905 y 1910¹⁶. Estos folletos comparten la virtud de incluir relaciones pormenorizadas de los establecimientos existentes, distinguiendo su naturaleza, tipo de utilización y fecha de apertura. La estadística de 1901 constituye, además, la única fuente agregada para el período anterior a 1900. Pese a ello, ninguno de los tres recoge información exhaustiva acerca de la potencia instalada, y puede afirmarse que, en el caso de la emanada de centrales hidráulicas, su capacidad está subestimada en alguna medida¹⁷. En efecto, aun cuando las estadísticas fiscales coetáneas, aquellas que reflejan la recaudación del impuesto sobre el consumo de luz eléctrica, son conformes en cuanto al número aproximado de aprovechamientos, en contrapartida, la información disponible sobre saltos hidroeléctricos en explotación parece reflejar que, en 1910, la fuerza disponible era mayor que la reseñada en estas estadísticas bajo el epígrafe de potencia de uso eléctrico¹⁸. Una de las causas es que un buen número de establecimientos se reseña bajo la denominación de hidrotérmicos, esto es, de utilización mixta. A la vista de los datos de 1958 para este período, la decisión que aquí se ha tomado para eliminar ese sesgo ha sido la de agregar estos aprovechamientos mixtos al total de aquellos de naturaleza hidráulica¹⁹.

En realidad, desde 1901 existía un «Registro de aprovechamientos de aguas públicas», de obligatoria inscripción por parte de los concesionarios, que dio lugar cuanto menos a tres publicaciones sucesivas²⁰. La primera de ellas fue la *Situación de los aprovechamientos de aguas públicas para usos industriales en 1º de enero de 1909*²¹. En ella se detallaban los establecimientos de uso eléctrico o mixto, así como la situación de la concesión en aquel año: en explotación, autorizada o abandonada. Como ya se ha advertido en otras ocasiones, esta

13. *Anuario* (1895-1911), *Anuario* (1912-1914), *Anuario* (1915-1929). 14. Yesares Blanco (1900-1905). 15. Él mismo participaría como compilador en las primeras estadísticas oficiales. Montero Gabutti (1910). 16. Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas (1901 y 1905) y Ministerio de Fomento (1910). La primera se creó por Real Orden de 20 de agosto de 1901; la segunda, por Real Orden de 24 de marzo de 1905. 17. Este hecho cabe atribuirlo al procedimiento de obtención de la información, que, como en el caso de los recuentos de iniciativa privada, consistió en el envío de cuestionarios y la agregación de las respuestas remitidas por los propios industriales, que, quizá, temieran un eventual episodio recaudatorio por parte de Hacienda. A la ocultación de los industriales, los redactores de las Estadísticas añaden la escasa formación del personal de las fábricas. Véase, por ejemplo, el preámbulo de la Ruiz Márquez y Montero Gabutti a la estadística de 1901. 18. La estadística del impuesto de 1903 ofrece un valor medio, para el total de las centrales, entre la estadística del Ministerio de Fomento de 1901 y la de 1905. Véase Dirección General de Contribuciones, Impuestos y Rentas (1905). 19. Aunque Sudrià en 1990 repartió este tipo de establecimientos, según el origen de las fuentes primarias, entre aquellos de vapor y los hidráulicos, no hemos considerado esta posibilidad al desconocer la proporción entre las distintas fuentes primarias. En todo caso, nuestras magnitudes para estos años resultan bastante menores que las proporcionadas por el *Anuario Estadístico de España*. Sudrià (1990a). 20. El origen de este registro, en Carreras (1983) y capítulo 2. 21. Ministerio de Fomento. Dirección General de Obras Públicas (1911).

publicación presentaba notorias carencias en general, agravadas, en particular, en el caso de los establecimientos de uso eléctrico. De una parte, se aprecian vacíos en el conjunto de algunas cuencas, como la del Miño, Norte de España, y la del Sur de España, según reconocían los propios compiladores; y la omisión de algunas provincias. De otra, en cada demarcación provincial se siguieron criterios particulares para reseñar el empleo del agua. Si bien la mayoría de los establecimientos de uso eléctrico se definía como tal, en otras, bajo la denominación de «usos industriales» o de «fuerza motriz» se ocultaban saltos de aprovechamiento eléctrico²². Por último, todo parece indicar que los propietarios de las pequeñas centrales no las registraron, observándose, por tanto, un sesgo al alza en las magnitudes medias concernientes a la potencia explotada, altura y caudal. En consecuencia, este recuento no se ha estimado suficientemente fiable para su uso como corrector de la serie de 1958, pese a ofrecer información útil a la hora de caracterizar el tipo de concesiones que hasta 1909 se había abandonado o se encontraba todavía en período de construcción.

Con objeto de paliar las deficiencias de la *Situación...*, se publicó en 1917 un *Índice* de aprovechamientos, a partir de información procedente del mismo Registro, corregida entre las fechas de publicación de una y otra²³. El *Índice* presentaba mejoras respecto a la edición anterior de las estadísticas hidráulicas, pero sus datos ofrecían notables contrastes según el organismo encargado de la recogida de información. Es cierto, no obstante, que en el *Índice* se incluyeron un mayor número de establecimientos hidroeléctricos, entre los que se contaban también los de menor tamaño. Y, ante la ausencia de otras fuentes alternativas para el decenio de 1910, este *Índice* se convierte en fuente inexcusable para determinar el perfil de crecimiento de los aprovechamientos de naturaleza hidroeléctrica en aquel período. Informaciones complementarias, como la titularidad de las concesiones y el *Índice* de los aprovechamientos sin terminar, que aparecía publicado en el mismo volumen y a continuación del anterior, otorgan a esta fuente un destacado valor que hasta ahora se había subestimado.

Entre la fecha de edición de ambas estadísticas de obras hidráulicas, el Instituto Geográfico y Estadístico dio a conocer en 1912 la *Reseña Geográfica y Estadística de España*. En esta se incluía una «Reseña de los caudales, altura y fuerza de los saltos de aprovechamiento eléctrico o mixto en España», según la información que obraba en los expedientes de diferentes gobiernos civiles²⁴. Entre otros, su principal defecto es que no distingue entre establecimientos concedidos y explotados, además de apreciarse importantes lagunas, por la omisión de provincias enteras y por la incongruencia de algunos datos.

Adelantándose a la publicación del *Índice*, pero con información correspondiente a 1919, existe un recuento incompleto que se elaboró por iniciativa de la CPEE. Este organismo, dependiente de la Dirección General de Comercio, Industria y Trabajo, se había constituido en 1912 con carácter consultivo para el asesoramiento de los Ministerios en materias eléctricas y para representar a España ante la Comisión Internacional Electrotécnica²⁵. El principal encargo que recibió con anterioridad a la Guerra Civil fue el de elaborar un informe acerca de una eventual intervención estatal en la distribución de energía eléctrica, con el pretexto de la unificación de tensiones²⁶. Esta iniciativa del Marqués de Cortina, a la sazón Director General de Comercio, Industria y Trabajo, instaba a la elaboración de una ponencia para la que se constituyó un equipo en los primeros días de 1919 y que emitió un dictamen unos meses más tarde²⁷. No es de extrañar, pues, que la Comisión solicitara el 13 de marzo de 1919 al Negociado de Estadísticas, Planos e Instrumentos de Obras Públicas una información detallada de los aprovechamientos hidroeléctricos existentes en que se especificase el cau-

22. El criterio que aquí se ha seguido para su agregación es el de considerar de uso eléctrico aquellos pertenecientes a compañías eléctricas, aunque su denominación fuera cualquiera de esas últimas. 23. Ministerio de Fomento. Dirección General de Obras Públicas (1921), pp. 692-931 y 932-972. 24. Instituto Geográfico y Estadístico de España (1912), tomo 1, pp. 298 y ss. 25. Los detalles de su constitución y trayectoria, en Bartolomé (1993), p. 94. 26. Real Orden de 28 de diciembre de 1918 (*Gaceta del 31*), reproducido en *Boletín de Unidad Eléctrica Española* (10 de enero de 1919), pp. 1 y 2. 27. Los detalles sobre la constitución de la ponencia y su trayectoria, en Bartolomé (1993), p. 94.

dal, la altura del salto y la clase de corriente de distribución y su voltaje²⁸. El Dictamen que la Comisión presentó al Gobierno no prosperó, al no ser discutido en Cortes, y el recuento que se conserva es un listado provincial incompleto y poco homogéneo, pero que complementa y presta cierta verosimilitud a los datos contenidos en el Índice de 1917 para las provincias compiladas. En definitiva, de estos cuatro recuentos de iniciativa pública elaborados entre 1909 y 1919, tan solo aquel de 1917 constituye una fuente adecuada para la corrección de la serie de potencia instalada, y, aún así, referida en exclusiva a los aprovechamientos hidráulicos.

Ante el elevado grado de incertidumbre que se derivaba de la documentación oficial, en particular a causa de la ausencia de datos agregados, la propia industria acometió de nuevo esta misión, no sin toparse con escollos similares a los que venía enfrentándose la estadística pública. A partir de 1914, Eduardo Gallego Ramos, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, emprendió, como presidente de Unidad Eléctrica Española, la asociación que entonces agrupaba a buena parte de los productores y distribuidores de electricidad españoles, la tarea de presentar un elenco alternativo de establecimientos hidráulicos de uso eléctrico²⁹. Esta publicación tuvo su origen en los balances anuales que el propio Gallego Ramos escribía para el *Boletín de Unidad Eléctrica* desde 1905³⁰. Los folletos a los que dio lugar, que se nutrían con la documentación enviada por los propios asociados, arrojan un balance similar al que se repetirá en las publicaciones que las organizaciones eléctricas promoverán más adelante: vacíos documentales relativos tanto a pequeñas centrales, cuya localización provincial concreta no se señala cuando se incluye en el repertorio, como al conjunto de los autoprodutores, esto es, a los no asociados. La compañía y no el aprovechamiento es asimismo a menudo utilizada como unidad de análisis. Una ventaja de esta fuente consiste, en cambio, en que proporciona información sobre las obras en construcción inmediata y referencias precisas tanto sobre la configuración de mercados por parte de las grandes compañías, como acerca de motores y sistemas de distribución³¹. Los datos recogidos por las organizaciones eléctricas fueron aquellos que se plasmaron en los *Anuarios Estadísticos de España*, difundidos con posterioridad por la Sociedad de Naciones a efectos de comparaciones internacionales³².

En el mismo decenio tiene su origen un análisis de la demanda electrotécnica española que en 1920 publicó el Departamento de Comercio del Gobierno estadounidense³³. Con información para 1918, aproximadamente, en el mismo se incluye un listado de los medios de producción de las principales compañías hidroeléctricas españolas. Su información, exhaustiva para las grandes compañías respecto a maquinaria y mercados, carece de rigor en el caso de las pequeñas y medianas empresas.

En los primeros años del decenio de 1920, el Negociado de Estadística Industrial del Ministerio de Fomento comenzó, a su vez, la edición de una serie de monografías provinciales sobre producción y distribución de energía eléctrica. Esta colección inconclusa, de la que se tiene noticia de la publicación de diez volúmenes, presenta algunas carencias motivadas por los diferentes criterios de selección de la información por parte de las jefaturas provinciales encargadas de la compilación, sin menoscabo del valor de cada volumen para su cotejo con otras fuentes generales³⁴. Entre estas últimas, cabe considerar dos recuentos de origen privado que incluyen ambos tipos de establecimientos, hidráulicos y térmicos. El primero de

28. Archivo General de la Administración, AGA, O. P., caja 21.124, carpeta 31. 29. Aquí, las correspondientes a 1 de enero de 1914 y 1920. Gallego (1914 y 1920). 30. Entre 1905 y 1917 se publicaba bajo el título de «La hulla blanca» en el *Boletín de Unidad Eléctrica Española* y, a partir de 1918, en las primeras páginas de cada año de *La Energía Eléctrica*, encabezado por «Las industrias eléctricas en España durante el año...». 31. Así en el caso de 1914 y no en 1920. 32. Véase, por ejemplo, Sociedad de Naciones (1933). 33. Smith (1920). 34. Las monografías de las que tenemos noticia cierta correspondían a Álava, Oviedo, Santander, Albacete, Granada, Cuenca, Jaén, Sevilla, Guipúzcoa y Barcelona, aunque no todas ellas se encuentran disponibles para su consulta. Acerca de sus carencias, véase Gallego (1926a).

ellos, publicado en 1925, consiste en un listado pormenorizado de las instalaciones que servirían a los municipios de cada provincia³⁵. Pese a suponer una de las relaciones más detalladas, su utilización resulta dificultosa en dos sentidos. En primer lugar, al realizarse desde los destinatarios del fluido, se han detectado algunas reiteraciones y confusiones entre compañías productoras y distribuidoras. En segundo lugar, la minuciosidad que se alcanza con respecto a las pequeñas fábricas, que distribuyen en pequeñas poblaciones, no se logra con respecto a la incorporación de nuevos equipos en las grandes centrales³⁶. Mayor precisión alcanzan, sin embargo, los agregados provinciales que para 1926 incluyó en su magna obra Ceballos Teresí³⁷. Aun cuando no se señale referencia alguna a la fuente primaria de la que se extrajeron los datos, todo indica que, tanto por el exhaustivo número de establecimientos compilados, como por su coherencia, ligeramente al alza, con respecto al recuento de 1925, constituye ésta una referencia de gran calidad para la corrección de la serie de potencia instalada³⁸.

Como es bien sabido, la dictadura primorriverista (1923-1930) asumió la política hidráulica entre sus prioridades³⁹. Entre sus principales logros, se cuentan los esfuerzos por sistematizar informaciones existentes, en torno a organismos territoriales y centrales que integraran corporativamente a los interesados⁴⁰. Esta es la génesis tanto del Consejo de la Energía como de las Confederaciones Hidrográficas, que consiguieron tres apreciables avances: la mejora en la documentación disponible sobre régimen y perfil de los principales ríos españoles⁴¹; algunos estudios monográficos sobre algunas cuencas⁴²; y, en particular, las estadísticas sobre aprovechamientos eléctricos publicadas en 1931 y 1932 y que se corresponden con el año anterior de su publicación⁴³. Estos últimos recuentos, publicados ya en plena República por el Consejo de la Energía, se erigen en las realizaciones de iniciativa pública más destacables de todo el período, pese a que se excluyese la información relativa a las centrales de pequeño tamaño. En el primero de los casos solo se recogió información para aquellas mayores de 500 kVA, y en el segundo, para aquellas mayores de 400 kVA. Ambas presentan la ventaja de la precisión de sus datos, una vez sobrepasados esos umbrales de escala señalados, ofreciendo, además, un panorama equilibrado entre compañías comerciales y autoprodutores. Se considera que el segundo de estos, el correspondiente a 1931 y publicado en el año siguiente, es más completo, no solo por incluir una franja mayor de establecimientos, sino también porque el procedimiento de recogida de información fue en este caso más exhaustivo.

A partir de 1935, la Dirección General de Industria comenzó la publicación de unos Censos provinciales pormenorizados, que, lamentablemente, verían suspendida su edición durante la guerra⁴⁴. En el mismo 1935, la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad (COPDE) inició la edición de los Datos Estadístico-Técnicos..., de periodicidad anual, que cubrirían también los años del conflicto bélico. Los Datos constituyen el mejor estado de la cuestión inmediatamente anterior a la Guerra, pero se advierte la ausencia de infor-

35. Barrio (1925). Véase, asimismo, la reseña que acerca de este volumen realizó Eduardo Gallego en *La Energía Eléctrica*, en 1925. **36.** En la relación de Barrio, curiosamente, cuando antiguas fábricas de electricidad de tamaño menor se han abandonado, esto aparece consignado fielmente. Lamentablemente, sin embargo, utiliza diferentes unidades de medida y, sobre todo, carece de cualquier resumen agregado. **37.** Ceballos Teresí (1932). **38.** La fuente de Ceballos, debido a la proximidad de las magnitudes reseñadas, muy bien podría haber constituido «La estadística de la hulla blanca en 1º de enero de 1926», publicada por Eduardo Gallego en *La Energía Eléctrica* en 1926. Gallego (1926a). **39.** En realidad, el empleo de la energía derivada del aprovechamiento de los cursos de agua no se constituyó más que en un apéndice del conjunto de su estrategia reformista, de modo que su intervención efectiva en el sector eléctrico adquirió una relevancia menor que la que a menudo se le ha venido otorgando. Véase capítulo 3. **40.** Las Confederaciones Hidrográficas comienzan su andadura en 1926 y el Consejo de la Energía se constituye en 1929. Un somero análisis del papel de uno y de otras en el marco de la acción estatal sobre el sector eléctrico, en Bartolomé (1993), cap. II. **41.** Ministerio de Obras Públicas (1933). **42.** Véase, por ejemplo, para la cuenca del Guadalquivir: Delegación de Servicios Hidráulicos del Guadalquivir (1933). **43.** Ministerio de Fomento (1931) y Ministerio de Obras Públicas (1933). **44.** Estos recuentos provinciales eran los de Álava, Albacete, Almería, Ávila, Badajoz, Baleares, Burgos, Cáceres, Castellón, Cuenca, Huelva, Jaén, León, Madrid, Murcia, Salamanca, Segovia, Toledo, Valencia, Zamora y Zaragoza.

mación procedente de las compañías y autoprodutores no asociados⁴⁵. Cabe destacar el que se incluyeran referencias técnicas hasta entonces ausentes en otros recuentos y de gran valor para este ejercicio de reconstrucción cuantitativa, como son los datos de rendimiento de las instalaciones, la carga máxima de cada uno de los establecimientos y las redes instaladas por las compañías con sus antecedentes respectivos desde 1929. Cuando se comparan las monografías provinciales disponibles con los datos aportados por la COPDE para 1935, se observa una orientación a la baja en esta última que varía sensiblemente según sea la proporción provincial de pequeños y grandes auto-productores⁴⁶.

Durante la guerra civil y la primera posguerra, la estadística pública siguió en buena medida dependiendo de las realizaciones de aquella privada. La Cámara, como organismo autónomo, seguiría publicando sus Datos Estadístico-Técnicos hasta su absorción en 1953 por parte del Sindicato Nacional de Agua, Gas y Electricidad. Pese a la existencia de otras publicaciones intermedias, como la Serie de Documentos Azules, editadas por el Ministerio de Industria, no sería hasta 1958 cuando se emprendiese un recuento pormenorizado por parte del propio Sindicato y el Servicio Sindical de Estadística. Publicado bajo el mismo nombre de *Datos...*, esta serie anual de publicaciones indicadas, inaugurada con la editada en 1960, comparte la virtud de pormenorizar el estado efectivo del equipo productivo en aquel momento especificando la entrada en uso de los diferentes grupos generadores de energía de cada uno de los establecimientos⁴⁷. Esta ostensible ventaja no convierte, desafortunadamente, esta fuente en infalible, a causa de las destrucciones y abandono de las instalaciones que habían tenido lugar a lo largo del período de casi ochenta años transcurrido entre la inauguración de las primeras y la publicación de este recuento del equipo productivo. En segundo término, la titularidad de las centrales había ido variando a lo largo del tiempo y se dificulta, de esta manera, su identificación. Por último, esta estadística tampoco está exenta de errores en la reseña de la potencia e incorporación de las centrales, aunque su grado de exhaustividad sea, sin duda, mayor que en los recuentos anteriores. Por lo demás, considerando las anteriores salvedades, mi preferencia por el recuento de 1958 sobre los posteriores, a efectos de comparación con las fuentes coetáneas, obedece a un criterio meramente cronológico. En presencia de grados equivalentes de fiabilidad, se ha preferido utilizar el más antiguo y, por tanto, aquel en que se hubiera abandonado un número menor de centrales.

En suma, la estadística pública fue incapaz de proporcionar informaciones seriadamente fiables sobre aprovechamientos eléctricos españoles con anterioridad a la Guerra Civil. Esta laguna se explica, en parte, por la falta a lo largo de este tiempo tanto de un organismo central como de organismos territoriales coordinados que canalizasen la información con criterios uniformes. En el caso de los establecimientos hidroeléctricos, este papel lo cumplieron, con altibajos, las Jefaturas Provinciales de Obras Públicas, o los Gobiernos Civiles, según el caso, hasta la constitución de las Confederaciones Hidrográficas, aunque su premiosa constitución no contrarrestó de inmediato las insuficiencias anteriores. Aunque tampoco lograrse salvar por completo este escollo, la iniciativa privada ofreció, con menores medios, evidencia pormenorizada precisamente para los períodos de vacío documental de la estadística pública. Por

45. Desde el año 1929, venían incluyéndose en otros materiales de la Cámara, pero desde 1935 se publicaron de forma exenta. COPDE (1935-1939). 46. Mi impresión es que, en su conjunto, las monografías anteriores y posteriores a la guerra civil son menos fiables de lo que hasta ahora se ha supuesto. En el caso de las prebélicas, la potencia hidráulica de Cáceres y Toledo está subestimada si se compara con los recuentos de 1925 y 1926. En el caso de Cáceres, es muy discutible que esa potencia fuera abandonada en aquellos años en que el norte de Extremadura siguió al margen de las grandes vías de transporte eléctrico nacional. En compensación, la potencia térmica de mi estimación parece menor que la allí reseñada. En las posteriores a 1935, he comparado, como ejemplo, dos casos extremos, Valencia y Castellón. Mientras en el último caso las diferencias entre mis datos y los de las monografías se elevan casi a un 15%, en el de Valencia no alcanzan el 1%. En suma, todo parece indicar que mi estimación se desvía a la baja en proporción a la presencia de térmica de pequeña potencia, en su mayoría en uso por auto-productores. No obstante, he creído inviable el uso del material procedente de las monografías por dos razones: en primer lugar, por el mantenimiento de la homogeneidad de la serie y, en segundo lugar, por las dificultades de uso que imponía un material nuevamente parcial, con diversas dataciones y sujeto a incorporaciones posteriores a 1935 no fechadas. 47. Sindicato (1960).

añadidura, la caracterización de las instalaciones sea cual sea el origen de la información es asimismo muy heterogénea. Se observa una constante incertidumbre en las magnitudes sobre potencia instalada que se deriva de atribuir a los establecimientos indistintamente como potencia en uso aquella únicamente concedida, o bien sin actualizar cuando esta se ha ampliado⁴⁸. En el caso de los aprovechamientos hidráulicos, su descripción técnica, que, en ausencia de embalse, obedecía a la altura y el caudal concedido, junto al tipo de motor y la tensión de distribución, solo se ofrece en algunas de estas relaciones y, aun en estos casos, es preciso tomar estos datos con bastante precaución: el caudal solía ser el concedido y, por tanto, el máximo en condiciones de deshielo, de modo que, de ordinario, estaba valorado por exceso⁴⁹; la altura podía ser tanto la del salto como, en algún caso, la longitud del canal de derivación del agua; el tipo de motor y la tensión empleada para la distribución son informaciones poco frecuentes, excepción hecha de los contenidos en el recuento incompleto de 1919 y los del decenio de 1930.

La construcción de las series

Al partir de un buen número de recuentos dispares e incompletos para el seguimiento de la hidroelectricidad instalada en España y de tan solo algunos cortes en el tiempo, relativamente lejanos entre sí, para la termoelectricidad, el procedimiento de confección de las series ha sido el siguiente. Para el período anterior a 1900 se han tomado las cifras aportadas por la estadística de 1901 para los años anteriores. La distinción entre potencia térmica y potencia hidroeléctrica se ha efectuado proyectando las concesiones hidroeléctricas anteriores a 1900 que arroja el *Índice...* de 1917 para este período. La potencia térmica se ha obtenido por la diferencia entre el cómputo global de potencia y la estimación de la hidroeléctrica. A partir de 1900, el procedimiento ha sido más complejo. En primer lugar, se han proyectado acumulativamente las incorporaciones de potencia instalada, hidráulica y térmica por separado, que anualmente se reseñan en la relación de 1958. Esto se ha realizado región por región a fin de comparar estas magnitudes con las presentadas por los recuentos disponibles. En el caso de la hidroelectricidad, estos recuentos han sido los que corresponden a los años de 1901, 1910, 1914, 1917, 1918, 1920, 1925, 1926, 1931 y 1935. Sus agregados globales, junto a otros antes aludidos, aparecen reseñados en el cuadro A.1.

El resultado inicial es, como era de esperar, que en general la serie de 1958 arroja magnitudes menores que aquellas que reflejan globalmente los otros recuentos, pero no desagregadamente. En efecto, en razón de la parcialidad de los datos de los elencos considerados —omisiones provinciales en el caso del de 1917, imposibilidad de localización de los pequeños aprovechamientos en los de 1914 y 1920, ausencia de los menores en los de 1931 y 1935—, y los vacíos temporales entre ellos, en muchas ocasiones las magnitudes regionales que reseña la relación de 1958 son mayores que las de los recuentos y traslucen, además, cuál fue el perfil de crecimiento en los años intermedios. Por tanto, esto ha llevado a considerar que la serie de 1958 constituye una buena urdimbre sobre la que corregir al alza con los datos disponibles de los recuentos. Así, en segundo lugar, se ha confrontado, región por región, y año tras año, el dato procedente de la serie de 1958 con el disponible para esa fecha conforme al recuento correspondiente. Se ha elegido siempre el mayor de los dos, considerando la insuficiencia de los recuentos y que la serie de 1958 constituye el mínimo aceptable para esa fecha. Cuando en años posteriores la magnitud de 1958 continuaba siendo menor que la del último recuento disponible, esta última se ha arrastrado hasta el año en que alcan-

⁴⁸. Por supuesto, las cifras sobre potencia total instalada están sometidas, además, a las variaciones derivadas del rendimiento de las máquinas eléctricas. Las distinciones aludidas solo se observan en recuentos tardíos llevados a cabo por Confederaciones Hidrográficas para territorios reducidos. Por ejemplo, Servicios Hidráulicos del Guadalquivir (1933). ⁴⁹. El único recuento en que se menciona la diferencia entre el caudal concedido y el de estiaje medio es el de 1948, muy parcial, y que, por lo tanto, no se ha utilizado. Jefatura de Servicios Eléctricos (1948).

zase una magnitud mayor. El resultado es, como se puede comprobar, una serie de potencia hidroeléctrica con valores regionales y totales al alza para los años intermedios y relativamente cercana a las disponibles para el primer decenio del siglo y el quinquenio inmediatamente anterior al conflicto; en definitiva, para los períodos en los que se cuenta con menos elementos correctores⁵⁰.

Este método ofrece un perfil del sector en el que se advierte un destacado escalonamiento de los datos, cuyos saltos coinciden en buena medida con los años de las observaciones correctoras. Este sesgo no se ha evitado porque, pese a la inevitable inexactitud temporal en las incorporaciones de capacidad que se deriva de esta opción, este contorno es el que corresponde a un sector hidroeléctrico. En otras palabras, los parques hidroeléctricos se nutren de forma no acumulativa sino escalonada. La posibilidad de corregir acumulativamente la serie entre los recuentos disponibles no se ha considerado en razón del grave error de perspectiva en que se incurriría —linealidad de la serie— si se emplease este procedimiento.

No obstante, la serie contiene algunos elementos de incertidumbre insalvables. Mientras que para buena parte de las regiones los valores acumulativos para cada año correspondientes al recuento de 1958 rebasan en un breve lapso de tiempo aquellos de los recuentos, lo que indicaría la complementariedad de ambas fuentes, las correcciones realizadas a partir del recuento de 1917 presentan magnitudes para algún caso, como el de Castilla-León, que no se ven corregidas en un período prolongado. Probablemente, en esta ocasión se reseñó en explotación la potencia concedida y esta última tardó en instalarse, pero ante la imposibilidad de contar con otros elementos de contraste, y la conformidad de otros datos de este recuento con los disponibles procedentes de otras fuentes, se ha preferido mantener esta magnitud.

Para la serie de potencia termoeléctrica el número de observaciones es mucho menor y, al mismo tiempo, la serie 1958 ofrece unas magnitudes bastante alejadas de las que arrojan los recuentos. Todo parece indicar que, durante los cuarenta y sobre todo los cincuenta, se abandonaron un buen número de las pequeñas termoeléctricas obsoletas, al paso que se incorporaban nuevos medios productivos. En estas circunstancias, ha parecido pertinente escoger cuatro momentos de referencia para los que se cuenta con información procedente de los inventarios —1901, 1910, 1925 y los datos de la Cámara a partir de 1930— para reconstruir el perfil de crecimiento del sector. En el caso de la capacidad termoeléctrica se ha considerado que su trayectoria de crecimiento, al contrario que la hidroeléctrica, puede presentar un perfil acumulativo. Esto es, una vez construidas las redes, la ampliación de la potencia podía ser inmediata, al no exigir obras de primer establecimiento tan dilatadas como en el caso de las centrales hidroeléctricas. En consecuencia, entre una y otra magnitud conocida, los años intermedios se han calculado a partir de la estimación de las tasas acumulativas de crecimiento correspondientes a ese período. En el caso del lapso 1925-1930, se han considerado los valores para esos años de la tendencia entre 1925-1935, aunque a partir de 1930 se hayan utilizado los proporcionados por la Cámara de Productores para cada año.

A partir de estas dos series iniciales, capacidad termo e hidroeléctrica instalada, se han calculado las series de producción. La serie de producción hidroeléctrica se ha estimado considerando cinco períodos globales de utilización de la maquinaria eléctrica. Un período

50. La confrontación con la bibliografía regional disponible arroja el siguiente saldo: en todos los casos las magnitudes que aquí se ofrecen son mayores, excepto Cataluña y Extremadura. En el caso de Cataluña, si la magnitud correspondiente a 1935 es aquí 271.122 kW, Maluquer calcula que eran alrededor de 389.687 kW los instalados. Una vez descontados los correspondientes a Aragón y Andorra, quedarían, no obstante, reducidos a 314.767 kW. La diferencia entre mi estimación y esta última da razón del porcentaje de las omisiones en que se está incurriendo con mi estimación, aunque quizá en el caso de Cataluña sea especialmente grave debido al elevado número de pequeños auto-productores. En el caso de Extremadura, la discrepancia al alza existe tan solo con la potencia térmica, donde concurren dos problemas, la utilización por parte de Llopis de una fuente posterior para Badajoz, como antes se ha señalado, y la debilidad de la monografía de Cáceres correspondiente a 1935. Maluquer (1986) y Llopis (1994).

inicial, hasta 1900, con rendimientos en torno a las 1.500 horas⁵¹. A partir de entonces, y hasta 1910, se ha considerado conveniente incrementar, acumulativamente este rendimiento hasta las 2.000 horas. Desde 1920, con rendimientos en torno a las 2.000 horas anuales, se establece un tramo transitorio, entre esta fecha y 1928, con rendimientos crecientes hasta alcanzar las 3.000 horas anuales, y, desde entonces, se han utilizado los promedios de utilización para cada año proporcionados por la Cámara de Productores⁵². La producción termoeléctrica se ha calculado admitiendo rendimientos de hasta 1.500 horas hasta 1900, por igual razón que en el caso de los hidroeléctricos. Estos se reducirían paulatinamente hasta 1910, en que se alcanzan las 1.000 horas⁵³. Aunque estos rendimientos medios pudieran parecer muy bajos, no se lograron más que en un solo año, el de 1929. A partir de esa fecha, se han empleado los datos de la Cámara de Productores. Al cabo, la serie global de producción resulta de la suma de ambas series⁵⁴.

El resultado es, pues, el de unas series de equipo eléctrico y explotación que, aun presentando valores al alza respecto a las disponibles con anterioridad, no reflejan por entero ni el espectro de los medios de producción eléctricos disponibles hasta 1935 ni su uso. La estimación del equipo productivo se resiente de la ausencia de los pequeños auto-productores, porcentaje muy variable según la región. Mientras que en el caso de Cataluña su cuota podría alcanzar casi un 10%, en la mayoría de las regiones no debía de superar el 5%⁵⁵. Este sesgo a la baja de la nueva estimación es de todo punto inevitable, en la medida en que, pese a que su importancia se pueda cuantificar para algunas regiones, su presencia era particularmente irregular en el territorio español.

51. Considerando que el rendimiento total de las centrales que contaban entre sus principales utilidades la tracción alcanzaba difícilmente un 50% y que la mayoría de los establecimientos abastecía mercados de alumbrado, ha parecido conveniente considerar las 1.500 horas de media de utilización como un porcentaje medio adecuado. Distintos porcentajes de utilización para distintos tipos de centrales a lo largo del período, en Amigo (1992). **52.** Vidal Burdils, buen conocedor del sistema eléctrico español, calculaba que entre 1920 y 1930 el rendimiento de las instalaciones eléctricas españolas se había incrementado acumulativamente en esta proporción, a causa del aumento de aplicaciones industriales. Vidal Burdils (1941). **53.** Esta reducción es debida al empleo de las centrales térmicas como centrales de reserva por los sistemas hidroeléctricos desde 1910. **54.** La confrontación con la literatura regional arroja el siguiente saldo. Con las estimaciones para Madrid no es posible cotejo alguno, porque Aubanell propone cifras de producción disponible y yo de producción efectiva. Aubanell (2001), pp. 562-563. En el País Vasco-Navarro, la confrontación es positiva, en cuanto las estimaciones de Garrués son mayores en casi un 25% en 1901, para ir disminuyendo hasta un 10%, asumible por la ausencia en mi estimación de las centrales de autogeneración. Garrués (1997c), p. 115. Igual sucede con Galicia, a excepción de los últimos años de mi serie, en que aumenta la distancia entre mis cálculos y las cifras propuestas por Carmona (1999), p. 1396. **55.** Véanse notas 50 y 54.

GRUPOS GENERADORES MAYORES DE 5.000 KVA DE POTENCIA SEGÚN SU AÑO DE INSTALACIÓN

CUADRO A.1.2

Potencia en kW						
CENTRAL	PROVINCIA	COMPAÑÍA	CUENCA	CORRIENTE	AÑO	POTENCIA INSTALADA
Carcavilla	Huesca	ERZ	Ebro	Gallego	1900	4.120
Marracos	Zaragoza	ERZ	Ebro	Gallego	1900	4.460
Leizarán	Guipúzcoa	HI	Ebro	Leizarán	1904	5.000
Puentelarra	Álava	HI	Ebro	Ebro	1905	6.000
Somiedo	Oviedo	H. DEL CANTÁBRICO	Norte	Valle	1908	10.448
Urdón	Santander	ELECRA VIESGO	Norte	Urdón	1908	5.888
Molinar	Albacete	HE	Júcar	Júcar	1909	18.000
Bolarque	Guadalajara	UEM	Tajo	Tajo	1912	18.960
Central De	Madrid	HE	Tajo	Lozoya	1912	6.920
Gándara	Santander	Papelera Española	Norte	Gándara	1913	5.376
Puente Aragón	Huesca		Ebro	Essera	1914	5.600
Capdella	Lérida	E. E. CATALUÑA	Ebro	Flamisell	1914	26.400
Seros	Lérida	RRFFE	Ebro	Segre	1914	42.662
Villora	Cuenca	HE	Júcar	Cabriel	1914	12.000
Marmota	Madrid	H. SANTILLANA	Tajo	Manzanares	1914	5.294
La Malva	Oviedo		Norte	Saliencia	1915	7.864
Tremp	Lérida	RRFFE	Ebro	Noguera Pallaresa	1916	28.000
Seira	Huesca	C. FLUIDO ELÉCTRICO	Ebro	Esera	1918	7.200
Seira	Huesca	C. FLUIDO ELÉCTRICO	Ebro	Esera	1918	7.200
El Cortijo	Logroño		Ebro	Ebro	1918	4.000
Seira	Huesca	C. FLUIDO ELÉCTRICO	Ebro	Esera	1918	7.200
Castillo	Granada	MENGEMOR	S. de España	Genil	1918	4.800
Las Buitreras	Málaga	MENGEMOR	S. de España	Guadiaro	1918	7.200
Anzanigo	Huesca	ERZ	Ebro	Gallego	1919	4.400
Molinos	Lérida	E. E. CATALUÑA	Ebro	Flamisell	1919	15.000
Camarasa	Lérida	RRFFE	Ebro	Noguera Pallaresa	1920	22.496
Pobla	Lérida	S. P. FF MOTRICES	Ebro	Flamisell	1920	10.000
Biescas	Huesca	E. E. CATALUÑA	Ebro	Gallego	1921	5.400
Camarmeña	Oviedo	H. VIESGO	Ebro	Cares	1921	11.200
Torina	Santander	H. VIESGO	Norte	Torina	1921	9.600
El Carpio	Córdoba	MENGEMOR	Guadalquivir	Guadalquivir	1922	8.400
Cortes de Pallas	Valencia	HE	Júcar	Júcar	1922	15.000
Lafortunada-Cinca	Huesca	HI	Ebro	Cinca	1923	37.332
Pobla	Lérida	S. P. FF MOTRICES	Ebro	Flamisell	1923	6.000
El Castillo	Córdoba	MENGEMOR	Guadalquivir	Genil	1923	4.800
Cortes de Pallas	Valencia	HE	Júcar	Júcar	1923	15.000
Chorro	Málaga	H. CHORRO	S. España	Guadalhorce	1923	7.160
Almadenes	Murcia		Segura	Segura	1923	8.400
Camarasa	Lérida	RRFFE	Ebro	Nog-Pallaresa	1925	11.248
Villalba	Cuenca	Eléctrica Castilla	Júcar	Júcar	1925	10.400
Pueyo	Huesca	E. I. ARAGONESAS	Ebro	Caldarés	1927	6.720
Cala	Sevilla	SEVILLANA DE E.	Guadalquivir	Cala	1927	19.200
Villora	Cuenca	HE	Júcar	Cabriel	1927	13.600
Tambre	Coruña	S. GALLEGA DE E.	Miño	Tambre	1927	10.800
Central 2	Zaragoza	S. M. ARAGONESA	Ebro	Ebro	1929	16.488
Cledes	Lérida	S. P. FF MOTRICES	Ebro	Garona	1929	12.800
Puente Nuevo	Ávila	SALTOS DEL ALBERCHE	Tajo	Alberche	1929	16.200
Barrosa	Huesca	HI	Ebro	Barrosa	1930	7.200
Urdiceto	Huesca	HI	Ebro	Urdiceto	1930	7.200
Camarasa	Lérida	RRFFE	Ebro	Noguera Pallaresa	1930	11.248
San Lorenzo	Lérida	RRFFE	Ebro	Segre	1930	8.000
El Encinarejo	Jaén	MENGEMOR	Guadalquivir	Jándula	1930	8.320
Jándula	Jaén	MENGEMOR	Guadalquivir	Jándula	1930	15.000
Torina	Santander	H. VIESGO	Norte	Torina	1930	5.600
El Burguillo	Ávila	SALTOS DEL ALBERCHE	Tajo	Alberche	1930	30.000
Gabet	Lérida	RRFFE	Ebro	Canal Talarn	1931	20.000
San Agustín	Teruel	HE	Júcar	Mijares	1931	11.840
Cañavero	Murcia		Segura	Segura	1931	4.800
Lafortunada-Cinqueta	Huesca	HI	Ebro	Cinqueta	1932	36.800
Alcalá del Río	Sevilla	MENGEMOR	Guadalquivir	Guadalquivir	1932	6.080
Vélez	Granada	FF. MM. VALLE LECRÍN	S. de España	Izbor	1932	11.456
Millares	Valencia	HE	Júcar	Júcar	1933	60.000
Doiras	Oviedo		Norte	Navia	1933	28.800
Escaldes	Andorra		Ebro	Valira	1934	13.360
Esla	Zamora	SALTOS DEL DUERO	Duero	Esla	1935	88.800
Terrades	Ebro		Ebro	Noguera Pallaresa	1935	27.360
Alloz	Navarra		Ebro	Salado	1936	6.800

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Las compañías reseñadas son las titulares de los saltos al final del período, en torno a 1935.

NUEVAS ESTIMACIONES DE POTENCIA DISPONIBLE Y PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA
(1890-1936)

CUADRO A.1.3

AÑO	POTENCIA HIDRÁULICA	POTENCIA TÉRMICA	TOTAL KW	TOTAL MW	PRODUCCIÓN HIDRÁULICA	PRODUCCIÓN TÉRMICA	TOTAL KWH	TOTAL GWH
1890	3.721	9.011	12.732	13	5.581.688	13.516.312	19.098.000	19
1891	3.974	9.571	13.545	14	5.961.243	14.356.257	20.317.500	20
1892	4.244	11.638	15.882	16	6.366.608	17.456.392	23.823.000	24
1893	4.533	13.025	17.558	18	6.799.537	19.537.463	26.337.000	26
1894	4.830	18.570	23.400	23	7.245.300	27.854.700	35.100.000	35
1895	6.279	25.529	31.808	32	9.418.890	38.293.110	47.712.000	48
1896	8.163	32.218	40.381	40	12.244.557	48.326.943	60.571.500	61
1897	10.612	38.060	48.672	49	15.917.924	57.090.076	73.008.000	73
1898	13.796	41.812	55.608	56	20.693.301	62.718.699	83.412.000	83
1899	17.934	43.526	61.460	61	26.901.292	65.288.708	92.190.000	92
1900	25.126	46.292	71.418	71	37.689.600	69.438.000	107.127.600	107
1901	43.765	46.292	90.057	90	67.551.586	69.438.000	136.989.586	137
1902	47.977	47.069	95.046	95	76.199.387	67.426.887	143.626.274	144
1903	48.428	47.860	96.288	96	79.146.901	65.474.029	144.620.930	145
1904	55.832	48.664	104.496	104	93.893.926	63.577.725	157.471.651	157
1905	67.891	49.481	117.372	117	117.485.129	61.736.335	179.221.464	179
1906	76.243	50.312	126.555	127	135.764.356	59.948.285	195.712.641	196
1907	80.243	51.157	131.399	131	147.029.295	58.212.029	205.241.324	205
1908	86.863	52.016	138.878	139	163.774.802	56.526.050	220.300.852	220
1909	90.697	52.889	143.586	144	175.963.485	54.888.906	230.852.390	231
1910	118.498	53.782	172.280	172	236.995.440	53.782.000	290.777.440	291
1911	120.294	59.666	179.959	180	240.587.440	59.665.751	300.253.191	300
1912	129.967	66.193	196.160	196	259.934.080	66.193.184	326.127.264	326
1913	139.269	73.435	212.703	213	278.537.240	73.434.718	351.971.958	352
1914	253.426	81.468	334.894	335	506.851.350	81.468.476	588.319.826	588
1915	269.146	90.381	359.527	360	538.291.350	90.381.128	628.672.478	629
1916	301.772	100.269	402.041	402	603.544.150	100.268.823	703.812.973	704
1917	388.266	111.238	499.504	500	776.531.042	111.238.232	887.769.274	888
1918	428.339	123.408	551.746	552	856.677.412	123.407.695	980.085.107	980
1919	435.947	136.908	572.855	573	871.893.829	136.908.497	1.008.802.326	1.009
1920	509.338	151.886	661.224	661	1.018.675.956	151.886.286	1.170.562.243	1.171
1921	528.887	168.503	697.390	697	1.112.778.554	168.502.646	1.281.281.200	1.281
1922	549.263	186.937	736.200	736	1.215.519.690	186.936.836	1.402.456.525	1.402
1923	625.725	207.388	833.112	833	1.400.371.635	207.387.725	1.607.759.361	1.608
1924	636.563	230.076	866.639	867	1.559.579.329	230.075.943	1.789.655.271	1.790
1925	657.470	255.383	912.853	913	1.694.300.930	255.383.000	1.949.683.930	1.950
1926	792.248	264.960	1.057.208	1.057	2.147.785.500	264.959.863	2.412.745.362	2.413
1927	808.139	274.896	1.083.035	1.083	2.304.813.151	274.895.857	2.579.709.009	2.580
1928	809.499	285.204	1.094.704	1.095	2.428.497.761	285.204.452	2.713.702.213	2.714
1929	831.205	295.900	1.127.104	1.127	2.584.215.890	555.995.384	3.140.211.274	3.140
1930	901.511	306.996	1.208.506	1.209	2.883.932.249	269.849.356	3.153.781.606	3.154
1931	1.022.857	314.907	1.337.764	1.338	2.921.280.392	299.476.747	3.220.757.139	3.221
1932	1.043.868	341.398	1.385.267	1.385	2.919.700.139	314.769.325	3.234.469.463	3.234
1933	1.120.136	362.378	1.482.514	1.483	3.111.736.530	250.403.474	3.362.140.005	3.362
1934	1.137.264	364.713	1.501.976	1.502	3.295.789.739	262.957.929	3.558.747.668	3.559
1935	1.249.621	369.478	1.619.099	1.619	3.365.228.491	279.325.368	3.644.553.859	3.645
1936	1.249.817	369.478	1.619.295	1.619	3.365.756.319	279.325.368	3.645.081.687	3.645

FUENTE: Véase texto.

NOTA: El MW corresponde a 1.000 kW, y el GWh, a un millón de kWh.

ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE POTENCIA HIDROELÉCTRICA INSTALADA EN ESPAÑA POR REGIONES
(1901-1935)

CUADRO A.1.4

Potencia en KW								
REGIÓN	1901	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935
Andalucía	13,19	12,31	10,34	6,31	5,59	8,65	11,07	9,91
Aragón	22,07	17,60	13,54	10,57	9,81	14,07	14,64	14,78
Astur-Santander	2,97	2,15	6,58	8,79	6,84	8,83	7,41	7,67
Baleares	0,02	0,15	0,08	0,04	0,02	0,02	0,09	0,06
Canarias	0,33	0,21	0,13	0,06	0,03	0,02	0,04	0,03
Castilla	7,85	10,44	9,79	6,93	9,20	7,13	8,15	13,26
Cataluña + Andorra	5,91	4,31	10,03	31,16	36,94	28,61	25,76	22,75
Extremadura	0,22	0,47	0,59	0,26	0,24	0,47	0,64	0,46
Galicia	8,69	8,91	12,00	6,54	4,89	3,78	3,76	2,74
La Mancha	7,59	5,41	6,20	10,14	13,07	10,12	8,51	7,92
Madrid	0,94	2,09	2,37	4,53	2,61	2,83	2,94	2,12
Murcia	1,17	0,75	0,72	0,32	0,71	1,55	1,79	2,63
País Vasco	22,82	31,18	22,72	12,19	7,53	7,31	10,15	7,32
Valencia	6,24	4,02	4,90	2,16	2,53	6,60	5,04	8,35
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

FUENTE: Véase texto.

AÑO	CONSUMOS EN GIGAWATIOS/HORA				CONSUMOS EN PORCENTAJE					
	ALUMBRADO	TRACCIÓN	INDUSTRIA	PÉRDIDAS	TOTAL	ALUMBRADO	TRACCIÓN	INDUSTRIA	PÉRDIDAS	TOTAL
1901	132	12	21	25	190	69,47	6,32	11,05	13,16	100
1902	136	13	23	28	200	68,00	6,50	11,50	14,00	100
1903	142	14	24	30	210	67,62	6,67	11,43	14,29	100
1904	146	16	25	33	220	66,36	7,27	11,36	15,00	100
1905	151	17	26	36	230	65,65	7,39	11,30	15,65	100
1906	155	19	27	39	240	64,58	7,92	11,25	16,25	100
1907	160	20	28	42	250	64,00	8,00	11,20	16,80	100
1908	165	24	47	55	291	56,70	8,25	16,15	18,90	100
1909	168	28	67	69	332	50,60	8,43	20,18	20,78	100
1910	172	32	70	83	357	48,18	8,96	19,61	23,25	100
1911	193	35	112	84	424	45,52	8,25	26,42	19,81	100
1912	221	37	119	85	462	47,84	8,01	25,76	18,40	100
1913	250	39	124	87	500	50,00	7,80	24,80	17,40	100
1914	239	44	156	94	533	44,84	8,26	29,27	17,64	100
1915	227	50	189	101	567	40,04	8,82	33,33	17,81	100
1916	240	51	278	136	705	34,04	7,23	39,43	19,29	100
1917	256	50	370	172	848	30,19	5,90	43,63	20,28	100
1918	286	63	294	172	815	35,09	7,73	36,07	21,10	100
1919	294	63	189	126	672	43,75	9,38	28,13	18,75	100
1920	302	80	391	193	966	31,26	8,28	40,48	19,98	100
1921	319	97	575	227	1.218	26,19	7,96	47,21	18,64	100
1922	325	120	613	252	1.310	24,81	9,16	46,79	19,24	100
1923	336	126	714	273	1.449	23,19	8,70	49,28	18,84	100
1924	340	143	840	336	1.659	20,49	8,62	50,63	20,25	100
1925	349	185	894	336	1.764	19,78	10,49	50,68	19,05	100
1926	370	176	1.042	365	1.953	18,95	9,01	53,35	18,69	100
1927	382	210	1.281	462	2.335	16,36	8,99	54,86	19,79	100
1928	395	218	1.323	479	2.415	16,36	9,03	54,78	19,83	100
1929	344	196	1.439	454	2.433	14,14	8,06	59,15	18,66	100
1930	404	239	1.450	516	2.609	15,48	9,16	55,58	19,78	100
1931	405	237	1.541	498	2.681	15,11	8,84	57,48	18,58	100
1932	446	243	1.609	504	2.802	15,92	8,67	57,42	17,99	100
1933	458	251	1.564	680	2.953	15,51	8,50	52,96	23,03	100
1934	486	256	1.630	786	3.158	15,39	8,11	51,61	24,89	100
1935	514	261	1.783	844	3.402	15,11	7,67	52,41	24,81	100
1936	527	218	1.346	652	2.743	19,21	7,95	49,07	23,77	100

FUENTE: INE (1949 y 1961).

RENDIMIENTO DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ESPAÑOLAS INSCRITAS EN LA CÁMARA OFICIAL DE PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DE ELECTRICIDAD (COPDE) EN 1935 POR REGIONES

CUADRO A.1.6

REGIÓN	POTENCIA	KWH	POTENCIA	POTENCIA	FACTOR	FACTOR	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
	INSTALADA		ESTABLECIMIENTO						
	EN KW	PRODUCIDOS	EN KW		(e)	(f)	UTILIZACIÓN	>5.000 KW	<1.000 KW
	(a)	(b)	(c)	(d)			(g)	(h)	(i)
Andalucía	11,50	7,63	2.040	72,99	31,58	23,05	2.796	1.864	2.749
Aragón	16,49	17,13	3.733	100,03	36,09	36,10	3.304	3.391	2.605
Astur-Santan.	8,46	7,78	3.214	93,15	34,32	31,97	3.330	2.650	3.345
Baleares	0,01	0,01	100	120,00	27,30	32,76	3.870	S.D.	3.870
Castilla-Rioja	11,76	5,74	2.911	59,07	28,71	16,96	2.590	1.053	2.617
Cataluña	24,85	32,08	4.989	101,00	44,41	44,86	2.722	2.789	2.352
Extremadura	0,14	0,11	206	92,43	29,93	27,66	1.919	S.D.	1.919
Galicia	2,24	2,69	953	103,30	40,37	41,70	2.556	4.130	2.272
La Mancha	9,30	7,66	1.980	87,13	32,83	28,61	2.869	2.663	3.059
Madrid	0,91	0,77	968	62,92	46,99	29,56	2.649	1.840	2.651
Murcia	1,90	2,04	2.891	46,45	80,13	37,22	2.213	4.160	1.698
P. Vasco-Nav.	2,64	3,56	738	84,95	55,30	46,98	3.140	4.990	2.981
Valencia	9,81	12,80	3.866	89,20	50,84	45,34	3.342	4.095	3.044
TOTAL	100,00	100,00	2.687	87,81	39,57	34,75	2.895	2.794	2.728

FUENTE: Elaboración propia a partir de COPDE (1936).

- Esta columna resume el porcentaje de potencia hidroeléctrica instalada por regiones en 1935, según esta fuente.
- Porcentaje de los kWh producidos en 1935 por regiones.
- Promedio de potencia instalada por establecimiento inscrito en aquella estadística por regiones.
- Utilización de la potencia máxima en porcentaje.
- Factor Carga: ratio entre la producción efectiva durante un año con la potencial, si la potencia máxima alcanzada se hubiera mantenido durante todo el año. O, lo que es lo mismo: producción efectiva durante un año en kWh * 100 / 8.760 horas * Potencia instantánea máxima.
- Factor Utilización: relaciona la capacidad nominal de las máquinas eléctricas con la producción efectiva. Es decir: Producción efectiva durante un año * 100 / 8.760 horas * 100 * Potencia instalada en kW.
- Medida con el mismo propósito que la anterior, pero que recoge el promedio de horas de utilización de la potencia instalada por regiones.
- Medida de horas de utilización en centrales grandes: mayores o iguales que 5.000 kW instalados.
- Medida idéntica a la anterior columna en centrales pequeñas: menores o iguales que 1.000 kW instalados.

HORAS DE UTILIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES CENTRALES TERMOELÉCTRICAS ESPAÑOLAS EN UN AÑO DE USO MEDIO (1934) CUADRO A.1.7

LOCALIZACIÓN	EMPRESA	POTENCIA EN KW	HORAS DE UTILIZACIÓN
Madrid	HE	12.504,00	0
Madrid	UEM	14.560,00	90
Barcelona	RRFFE	27.000,00	10
Barcelona	EEC	27.800,00	96
Barcelona	Cooperativa Fluido Eléctrico	34.080,00	200
Valencia (Grao)	LUTE	14.400,00	330
Valencia	LUTE	5.600,00	0
Valencia	HE	4.560,00	150
Valencia	Electra Valenciana	960,00	30
Castellón (Grao)	LUTE	800,00	670
Tortosa	RRFFE	400,00	0
Cartagena	HE	2.088,00	0
Bilbao (Burceña)	HI	15.040,00	2.350
Hernani	EU	2.829,60	640
Santander (Astillero)	EV	1.934,40	0
La Coruña	General Gallega de Electricidad	1.360,00	60
Sevilla	Sevillana	17.716,00	150
Palma de Mallorca	GE	8.296,00	2.340
Tenerife	UEC	4.376,00	1.400
Las Palmas	UEC	8.500,00	1.450
Adrall	DFE	14.960,00	0
Ujo	EV	12.100,00	0
Valladolid	EP Vallisoletana	3.400,00	1.800
Linares	Linarense E	2.520,00	1.230
Valdepeñas	ECE	1.600,00	140
Palencia	EPV	1.320,00	10
La Felguera	CEL	23.400,00	1.780
Sotón	CEL	6.000,00	2.320
Peñarroya	MMP	15.000,00	1.920
Puertollano	MMP	15.120,00	1.900
Figols	EEC	10.000,00	696

FUENTE: COPDE (1935).

ANEJO 2. Relación de presas mayores de 15 m de altura y con uso eléctrico anterior a 1936: material y procedimiento

Este catálogo de presas mayores de 15 m de altura empleadas para uso eléctrico con anterioridad a 1936 proviene principalmente de aquel que elaboró Garrido Bartolomé en 1968 para la Universidad de Deusto¹. El autor, a su vez, cimentaba su estudio en un Catálogo de 1964 de la Dirección General de Obras Hidráulicas². La relación de Garrido cuenta con la ventaja de que aporta las características básicas de cada presa —cubicaje, materiales, configuración, empleo y capacidad del vaso—, aunque presenta algunas lagunas. En primer lugar, es un catálogo para las presas en uso en 1968. Así, aunque figure su año de inauguración, solo se tienen en cuenta las características de su configuración y empleo final. Es, por tanto, un catálogo a la baja con respecto a las presas que sufrieron ampliaciones y una relación al alza por lo que respecta a las presas que se construyeron antes de esa fecha, pero se empleaban para otros usos no eléctricos antes de la guerra civil. En segundo lugar, orilla todas las presas pequeñas, aunque en contrapartida incluye embalses que otros catálogos desprecian, como son los menores de 1 Hm³. En consecuencia, se ha hecho necesario acudir a su contraste con dos fuentes, como son la relación de UNESA de 1947 y el catálogo de la Dirección General de Obras Hidráulicas de 1952, aunque el inventario de Garrido ha salido siempre favorecido por el contraste³. Por último, para confirmar su aprovechamiento en fecha anterior a la guerra civil he acudido a dos fuentes complementarias, como son los Datos Estadístico-Técnicos de 1935 y los del Sindicato de 1960 para fecha anterior a 1936⁴. De este modo, conocemos, además, la capacidad hidroeléctrica instalada en vísperas del conflicto civil en los aprovechamientos allí ubicados. Los datos de la relación de 26 presas están resumidos por vertientes y por empleo —eléctrico o mixto— en el cuadro 5.4 del capítulo 5. Allí mismo, ofrezco estos datos para aquellas presas construidas con anterioridad a 1936, pero que fueron empleadas para uso eléctrico en fecha posterior.

1. Garrido (1968), p. 723. 2. Dirección General de Obras Hidráulicas (1964). 3. Redonet (1947) y Ministerio de Obras Públicas (1952). 4. COPDE (1936) y Sindicato (1960).

CUENCA	EMBALSE	COMPAÑÍA	AÑO	PRESA (b)	MATERIALES	ALTURA	CUBICAJE EN M ³	HM ³	KW 1935	CLASE APROVECHAMIENTO (c)
Tajo	Villar	Canal de Isabel II	1882	G	M	48,90	49.000	24,0	6.240	M
Ebro	Capdella: Colomina	E. E. Cataluña	1914	G	HM		1.735	3,7	6.600	E
Ebro	Capdella: Cuvieso	E. E. Cataluña	1914	G	HM		8.540	3,7	6.600	E
Ebro	Capdella: Estangento	E. E. Cataluña	1914	G	HM		4.535	3,2	6.600	E
Ebro	Capdella: Salado	E. E. Cataluña	1914	G	HM		4.255	1,1	6.600	E
Ebro	Seros: Sela	RRFFE	1915	T	T		178.900	4,5	22.328	E
Ebro	Seros: Utxesa	RRFFE	1915	T	T		415.300	4,5	22.328	E
Ebro	Tremp	RRFFE	1916	G	H	82,00	275.000	227,8	28.000	M
Tajo	Villora	H. E.	1918	G	H		2.440	0,1	24.400	E
Tajo	Santillana	Santillana	1920	G	M	28,00	91.504	45,6	9.000	M
Norte	Torina	Viesgo	1921	G	HM		48.000	12,6	15.200	E
Tajo	Batanejo	H. E.	1921	G	H		S.D.	0,1	2.000	E
Ebro	Camarasa	RRFFE	1922	G	H	92,00	218.000	163,4	44.992	E
Duero	Cervera	Estado	1924	G	HM		40.000	10,0	128	M
Guadalquivir	Gaitanejo	H. Chorro	1927	G	HM		2.000	4,0	2.400	E
Ebro	San Lorenzo	RRFFE	1930	M	H		36.000	9,5	8.000	M
Guadalquivir	Cala	Sevillana	1931	G	H		113.400	60,3	12.800	E
Tajo	Burquillo	UEM y Estado	1931	G	H	90,00	295.000	208,0	30.000	M
Duero	Agueda	Estado	1931	G	HM	33,00	60.000	15,7	520	M
Guadalquivir	Jándula	Mengemor y Estado	1932	G	M		365.000	342,0	15.000	M
Guadalquivir	Encinarejo	Estado	1932	G	M		15.000	16,0	8.320	E
Ebro	Usoz	El Iratí	1933	G	HM		6.830	0,9	800	E
Norte	Doiras	Viesgo	1934	G	H		213.000	102,8	28.800	E
Duero	Ricobayo	SD	1934	G	H	92,00	398.088	1.184,0	59.200	E
Ebro	Terradets	RRFFE	1935	G	H		25.000	33,2	27.360	E
Júcar	Millares	H. E.	1935	G	H		31.000	1,0	60.000	E
TOTAL							2.897.527	2.481,7	454.216	

FUENTES: Garrido (1964), COPDE (1936) y Sindicato (1960); Redonet (1947) y Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas (1952).

a. Sevillana construyó en 1924 sobre el río Gadaúres el embalse de Montejaque, que tuvo que abandonarse en fecha cercana a su construcción por problemas de filtración y llenado a causa de la permeabilidad de los terrenos calcáreos en que fue construido, así como por los fuertes estiajes de la corriente fluvial que lo alimentaba. Bernal (1994), p. 174.

b. Las presas: Gravedad, Tierra y Mixta. Materiales: Hormigón, Tierra, Mampostería y técnica mixta (HM).

c. Clase aprovechamiento: Eléctrico y Mixto.

ANEJO 3. La reconstrucción empresarial del sector eléctrico español y el uso del *Anuario Financiero*

Me he servido del *Anuario Financiero* y de *Sociedades Anónimas de España* (AFSAE) como fuente elemental para el análisis de la evolución empresarial del sector eléctrico español durante los dos decenios anteriores a la guerra civil (véase cuadro A.3.1). Esta fuente, como es bien sabido, ofrece recuentos anuales de sociedades anónimas, interesadas en los distintos sectores, e informaciones adicionales acerca de la composición de sus recursos básicos — capital en acciones y obligaciones en circulación— y de su rentabilidad anual —dividendo si lo hubiere—, aparte de la fecha de constitución de la compañía. En algunos años, estas noticias básicas se completan con otras tales que permiten diferenciar entre localización de la actividad y lugar de registro de la sociedad, que abundan en la trayectoria de inversión y rentabilidad de la empresa y que, a partir de las memorias publicadas por las propias compañías, informan acerca de sus funciones —en este caso, producción, transporte, distribución—, de sus relaciones con otras razones y grupos, y de los componentes de sus Consejos de Administración. De las empresas de mayor envergadura, se ofrece entonces un resumen de los balances y, en raras ocasiones, de las cuentas de resultados de cada sociedad. No obstante, insisto, esta documentación varía ostensiblemente de año en año, presentando a veces divergencias notables entre los resúmenes insertos al final y las informaciones por extenso, que suelen omitir a las empresas menores.

La principal ventaja que presenta esta fuente es su acomodación a la peculiaridad del sector eléctrico. Al constituir este negocio uno particularmente intensivo en capital, la forma de la sociedad anónima estaba muy generalizada, aparte de que la legislación española permitía, a juicio de los contemporáneos, escasas alternativas si se quería garantizar la responsabilidad limitada de los inversores¹. Así, la amplitud de la muestra recogida resulta sin duda significativa. No solo las grandes compañías, sino también empresas minúsculas, adoptarían esta forma desde sus inicios, en los últimos años del siglo XIX y en los primeros del XX.

Ahora bien, una cierta tradición en el uso de esta fuente, en particular para los estudios comparativos sobre la gran empresa², ha puesto de relieve sus notables deficiencias, que ahora no enumeraré, remitiéndome a señalar aquellas estrictamente relacionadas con el objeto de esta investigación³.

En primer lugar, la ventaja derivada de la amplitud de la muestra contrasta con el período limitado para el que se dispone de informaciones relativamente homogéneas: siempre posteriores a 1917⁴. Pese a que a menudo se incluya evidencia retrospectiva sobre algunas empresas, la fecha de fundación constituye la única pista que remite a los tres decenios largos de desarrollo anteriores a la Guerra Europea. Incluso para fechas posteriores, la incertidumbre persiste. Esta deriva de los dos modelos de *Anuario* que se suceden: mientras que en unos años la información es prolija, en otros solo se proporciona un elenco de empresas, con sus capitales, fecha de constitución y dividendo anual.

1. Tal y como insisten los contemporáneos desde las páginas de la prensa técnica. Véase, por ejemplo, Suelto sin firma (1907), «A la caza del accionista», *Madrid Científico*, n.º 551, p. 80. 2. Giannetti et alii (1994) y Carreras y Tafunell (1993), y, más recientemente, Tafunell (2000). 3. Evidentemente, podría haber complementado esta fuente, como bien han hecho otros, con informaciones registrales, no exentas estas tampoco de problemas en su tratamiento. Lamentablemente, la magnitud del esfuerzo que debería realizar me ha hecho desistir. Véase Tafunell (1989). Como se verá, sin embargo, procuro completar mis propios hallazgos con aquellos que, para empresas particulares y con mayor precisión, se han publicado en los últimos años. Véase nota 2 del capítulo 4. 4. Gregorio Núñez ha hecho uso del *Anuario* Garciceballos para fechas anteriores a 1917, para las grandes empresas andaluzas. Núñez (1993). Él mismo, en una síntesis posterior, ha evidenciado las carencias y la escasa complementariedad de las fuentes hasta la I Guerra Mundial. Véase Núñez (1995). Así, la Contribución de Utilidades dejaba fuera buena parte de las iniciativas menores en Andalucía —al menos dos tercios en el decenio de 1910—. Por lo demás, las fuentes generales empleadas en otros capítulos de esta investigación podrían contribuir a esclarecer un censo más preciso del número de sociedades —me refiero a la Estadística del Impuesto del Alumbrado u otras—, pero se continuaría in albis acerca del tamaño y las relaciones entre las compañías.

AÑO	SOCIEDADES	CAPITAL NOMINAL	CAPITAL DESEMBOLSADO	OBLIGACIONES EN CIRCULACIÓN	RECURSOS BÁSICOS	INTERÉS MEDIO OBLIGACIONES	DIVIDENDO MEDIO ACCIONES
1900	99	197.806,80	180.789,31	194.841	375.630,57	s.d.	s.d.
1910	198	378.413,44	350.615,07	255.189	605.804,48	s.d.	s.d.
1917	280	304.970,88	280.805,38	203.903	484.708,76	5,08	6,12
1925	476	893.322,89	695.985,48	869.539	1.565.524,88	5,51	6,56
1930	464	1.379.089,66	1.166.806,79	1.138.030	2.304.836,89	5,64	7,68
1935	440	1.587.798,66	1.364.422,27	1.145.344	2.509.766,41	5,78	7,37
1942	398	801.525,46	680.731,22	348.227	1.028.958,36	5,48	s.d.

FUENTE: AFSAE, años respectivos. Años 1900 y 1910, con datos procedentes de 1917. Deflactados con Prados (2003).

a. Se incluyen aquí aquellos capitales domiciliados en territorio español, aunque su actividad radicase fuera de las fronteras.

En segundo lugar, la muestra incluye todas las sociedades anónimas del sector eléctrico domiciliadas en España. Quiere esto decir que se excluyen así aquellas que ejercen allí su actividad, pero no residen, y, en contrapartida, se insertan algunas domiciliadas en España, pero cuya actividad tiene lugar, en esta ocasión, en Latinoamérica o Portugal. Mientras que, en el primer caso, esta dificultad no es tal porque la legislación durante esos años exigía sin excepción el ejercicio de esta actividad por empresas registradas en territorio español⁵, el segundo caso obliga a que en todos los agregados se considere la posibilidad de sustraer las magnitudes correspondientes a aquellas compañías que ejercían su actividad en otros territorios. Por lo demás, las empresas se encontraban a menudo registradas en lugares diferentes a aquellos donde ejercían su negocio, de manera que, pese a la utilización de algunas informaciones complementarias, no siempre resulta factible establecer un mapa, siquiera regional, de su ubicación precisa (véase cuadro A.3.2).

En tercer lugar, las ventajas que procuran su periodización anual y su carácter agregado —se insertan sumas de los principales indicadores— se ven empañadas por su inclusión en un capítulo mayor, en el de las industrias que hoy se llamarían de servicios públicos, esto es, junto al agua y gas y luego solo con el gas. Y esto únicamente para aquellas en que la producción/transporte o distribución de electricidad constituyera su principal actividad. Así, quedaban excluidas aquellas empresas que, pese a producir cantidades importantes de fluido, realizaban esta actividad secundariamente —piénsese, por ejemplo, en químicas, maderas...— y, por el contrario, se incluían en los agregados disponibles razones imputables a otros sectores. A esta inexactitud en la definición se ha de añadir aquella fruto de la eventual duplicidad de funciones. Es decir, empresas gasistas, de riegos, o que ejercieran otras actividades en proporción diversa, pero cuya actividad principal fuera el suministro de electricidad, aparecen incluidas entre las empresas eléctricas sin que sea posible en este caso ni discriminar entre los capitales interesados en unas y otras actividades, ni que se sepa cuándo comenzó su dedicación eléctrica.

Todos estos corsés a la investigación, impuestos por la naturaleza de la muestra, poco tienen que ver, sin embargo, con los errores en las informaciones y, particularmente, con las reiteraciones que se observan para algunos años y empresas. Así, si bien el censo de empresas parece ir ganando en rigor según avanza el período de entreguerras⁶, la contabili-

5. Véase Bartolomé (1993), parte II. 6. De los años elegidos, sin duda 1917 es el más incompleto respecto al número de sociedades anónimas reseñadas. Según el recuento de 1930, en 1917 había 385 compañías, frente a las 280 reseñadas en aquel.

zación doble de los recursos a disposición de las compañías continúa siendo frecuente. Por una parte, entre las empresas en quiebra, aquellas absorbidas por parte de otra o simplemente fundidas, surge a menudo la heredera con sus magnitudes actualizadas, mientras que aquella que le dio origen, o que ahora forma parte de ella, no se anula en el elenco. Por otra parte, es bien sabido que, por el procedimiento del «aguamiento de capital», conocido en detalle para «La Canadiense», se referían en las memorias de las compañías, que luego resumía el anuario, cifras de capital desembolsado en diferentes empresas con origen en la misma casa madre por partida doble, triple e incluso cuádruple. El hecho de que el conglomerado de «La Canadiense» constituyera el principal grupo eléctrico español introduce un sesgo al alza muy pronunciado, e inevitable, en todos los indicadores⁷.

A pesar de estas lagunas temporales e informativas, me he decidido a emplear esta fuente para averiguar la dinámica empresarial eléctrica con anterioridad a la guerra civil, porque, a mi juicio, es la única que consiente contemplar el conjunto del fenómeno societario eléctrico, y porque precisamente el período en que abunda la información (1917-1935) resulta ser aquel de mayor interés para mi estudio.

Por lo demás, yo misma he introducido sesgos adicionales a la evidencia proporcionada por el *Anuario*. En primer lugar, he escogido solamente algunos años para entresacar información. Estos han sido 1917, 1925, 1930, 1935 y 1942. Esta elección, toda vez que median períodos no homogéneos entre esas fechas, es sin duda discutible por su arbitrariedad, pero me ha otorgado la oportunidad de obtener unas instantáneas precisas en las fechas extremas de mi investigación, además de un seguimiento pormenorizado del sector en años de intensos cambios en su configuración interna, como es el período 1925-1935.

Para esos años, cuando era disponible, he tomado información para cada una de las empresas y fecha, de su razón, lugar de destino del capital y domiciliación, si divergían; fecha de constitución de la compañía y función principal, a fin de determinar su identidad. Siempre que se ofreciese información sobre los cambios en la titularidad —fusiones y absorciones—, también se ha recogido. El *Anuario* proporciona asimismo la adscripción de las sociedades a grupos empresariales y bancarios. Además, he recurrido al expediente habitual de realizar un rastreo de los miembros de los Consejos de Administración —presidentes y secretarios—, que ha recogido diversos frutos sobre la configuración de lo que he venido en llamar «pequeños grupos eléctricos», de los que no se tenía particular conocimiento hasta ahora. Con todos estos datos he podido reconstruir varias relaciones de las sociedades anónimas del sector eléctrico comercial español en distintas fechas y establecer un panorama aproximado del grado de integración vertical y horizontal de aquel. El cruce de la información entre los distintos años me ha permitido, asimismo, establecer una imagen más dinámica de la evolución de las compañías, al relacionar su tamaño y funciones con la entrada, pervivencia y salida del negocio en ese período.

He tenido que hacer coincidir el tamaño de las empresas, y sus variaciones, con las magnitudes respectivas de recursos básicos, siguiendo una larga tradición en este sentido⁸. La simplicidad del cálculo no oculta, sin embargo, la rudeza de la medida. Al identificar los recursos en manos de las compañías con aquellos títulos se hurta toda consideración de la financiación a corto plazo y de la autofinanciación —reservas y amortizaciones—. En este caso, además, al seleccionar solo algunos años, se carece de documentación elemental que distinga entre capitales fundacionales y adicionales, y entre el total de las obligaciones que se emitieron y aquellas efectivamente en circulación anual⁹. Mientras que algunas de estas lagunas podrían verse colmadas con el recurso a un seguimiento más sistemático del AFSAE,

7. En contrapartida, no se han computado aquí las obligaciones que en libras esterlinas tenía emitidas y en circulación la Barcelona Traction, es decir, La Canadiense. Una explicación transparente y lúcida sobre el método del aguamiento, en Sureda (1959). 8. Referencias, en Carreras y Tafunell (1993). 9. Otras incertidumbres derivarían de las acciones que pagan servicios prestados por parte de fundadores, miembros del Consejo y promotores, pero jamás desembolsados y de discutible adscripción.

REGIÓN	1917	1925	1930	1935	1942
África	0,18	0,29	0,42	0,32	0,41
Andalucía	8,33	6,50	8,50	7,43	5,67
Andorra	0,00	0,00	0,00	0,21	0,61
Aragón	2,87	1,55	1,70	1,55	1,74
Argentina	0,00	0,00	13,07	7,51	0,00
Asturias-Santander	4,28	4,46	4,17	4,28	2,17
Baleares	0,70	0,15	0,90	0,44	0,34
Canarias	0,02	0,15	0,53	0,27	0,60
Castilla-León	3,85	1,19	1,10	1,57	1,85
Cataluña	44,31	46,11	35,42	36,89	23,26
Extremadura	0,68	0,26	1,37	0,35	0,24
Galicia	1,72	6,94	1,84	2,28	2,50
La Mancha	0,96	0,70	0,97	1,22	1,30
Madrid	19,51	21,87	14,06	16,69	34,84
Murcia	0,65	0,35	0,26	0,15	0,20
P. Vasco	9,83	7,19	8,49	11,45	19,32
Valencia	1,37	1,64	6,31	6,71	4,95
Portugal	0,75	0,65	0,87	0,69	0,00
TOTAL	100	100	100	100	100

FUENTE: AFSAE, años respectivos.

otras no lo serían nunca, porque la reproducción en el *Anuario* de los balances era irregular en su frecuencia —número de empresas y años—, y los criterios de la composición de sus partidas, muy heterogéneos. Con todo, la dinámica y la orientación —fija y variable— de la inversión, externa y a largo plazo, aparecen relativamente bien dibujadas a partir de 1917, y, en la medida en que esta inversión y el tamaño de las empresas se aprecien como variables complementarias, el segundo habría sido asimismo determinado con cierto rigor¹⁰. Las relaciones entre la composición funcional y el tamaño de las compañías, así como entre este último, su localización territorial y su entrada o salida del negocio, me han consentido añadir valiosa información sobre la trayectoria y la estructura del sector.

No obstante, debo prevenir frente a la tentación de identificar la inversión aquí descrita con el conjunto de la formación de capital de aquellas empresas. En primer lugar, porque el procedimiento que se ha seguido contabiliza el *stock* de la inversión en cada momento, cuando esta constituye una variable flujo en algunas de sus partidas. En segundo lugar, porque, como ya señalé, carezco absolutamente de información sobre algunos de sus componentes. Y, en tercer lugar, porque casi nada sé de su origen y destinos efectivos. Es decir: por una parte, toda adscripción a grupos, o presencia de intermediarios financieros internacionales o autóctonos en sus Consejos de Administración, han de ser tomadas con extrema precaución, excepto en las empresas en que otras investigaciones aportan evidencia adicional. Por otra, al

¹⁰. La cuantía de los préstamos a corto plazo varía mucho entre empresas, según se desprende de algunos estudios empresariales ya realizados. También, la reinversión, esto es, las partidas de amortización y reservas. Garí y Santasusana (1929).

AÑO	1 H. IBÉRICA	2 H. ESPAÑOLA	3 UEM	4 ERZ	5 SEVILLANA
1913	5,40	4,80	1,48	7,90	8,60
1914	7,40	6,64	6,71	6,50	7,45
1915	8,10	10,02	6,81	7,30	7,09
1916	9,60	12,23	8,40	12,80	7,26
1917	11,60	13,28	8,12	17,90	0,26
1918	8,40	3,23	5,65	26,20	0,28
1919	11,40	18,55	10,20	13,30	5,41
1920	8,00	10,16	8,68	7,30	6,85
1921	4,20	2,03	4,80	7,10	7,92
1922	4,60	5,68	8,18	7,90	9,04
1923	5,60	9,45	8,03	8,40	6,83
1924	4,50	14,97	9,94	9,40	6,82
1925	4,50	12,57	10,33	10,00	9,04
1926	5,30	11,19	9,81	9,60	8,15
1927	8,70	14,55	9,37	9,70	9,03
1928	7,50	13,74	9,03	8,60	9,02
1929	10,40	13,24	9,32	10,40	8,44
1930	13,00	13,67	10,16	11,70	7,79
1931	16,20	13,54	7,18	13,80	1,81
1932	12,60	13,54	8,12	12,20	5,68
1933	11,40	14,11	7,79	15,20	6,63
1934	10,50	13,84	7,92	11,60	6,65
1935	9,90	14,91	6,97	11,70	6,24

FUENTES: Columnas 2 y 3, Cayón (1997); columna 1, Garrués (1997); columna 4, Germán (1990); columna 5, Bernal (1994).

a. La rentabilidad financiera se ha calculado como el porcentaje anual de beneficios de los recursos propios, en este caso, capital social más reservas, excepto en los casos de HE y UEM, solo beneficios sobre capital social.

carecer a menudo de testimonios alternativos, excepto los contados balances insertos en el *Anuario* para algunas empresas y para algunos años, no es posible determinar qué parte del capital disponible por la empresa pasó a inversión productiva y adquisición de empresas subsidiarias, o qué porción terminó incrementando los dividendos de los accionistas¹¹.

La rentabilidad de las sociedades es precisamente aquella para la que la información del *Anuario* es más escueta: mientras que las empresas con obligaciones emitidas reflejan el interés anual al que estas se pagaban, solo ciertas compañías declaraban el dividendo repartido. A pesar de que algunas conclusiones se pueden extraer de ambos indicadores, insisto en que sería necesario disponer de un mayor número de balances para realizar un examen de la rentabilidad de estas empresas con mayor rigor. Al circunscribirse la fuente a reflejar tan solo los de las grandes compañías, este indicador podría aparecer muy sesgado, de modo que añadido el cuadro A.3.3, procedente de publicaciones de las propias compañías¹².

¹¹. Por supuesto, para fecha anterior a 1917, estas se convierten en conjeturas allí donde las afirmaciones no vienen respaldadas por recursos bibliográficos. ¹². Como indicarían las conclusiones de Garrués (1997a y c).

Nota inicial

Las tecnologías que a partir de 1880 permitieron la difusión de los diversos usos eléctricos se presentaron de manera consecutiva, acumulativa, pero también multipolar. Esta última característica deriva de la convivencia y pugna por la hegemonía entre diferentes sistemas tecnológicos para el suministro de energía eléctrica. Esta batalla afectó sobre todo a los países pioneros en el empleo del fluido, quienes sufrieron en mayor medida los desajustes en la adopción de sistemas alternativos. En España, como país seguidor en materias electrotécnica e hidráulica, el carácter escalonado y acumulativo de las tecnologías eléctricas fue el rasgo que incidió más eficazmente en la evolución de sus sistemas eléctricos primitivos.

El escalonamiento del cambio técnico alude a que la innovación tecnológica se mantuvo muy viva hasta bien avanzado el siglo XX, sobre todo en materia hidráulica, de manera que al analizar la industria eléctrica en 1925 no se puede pasar por alto que la oferta eléctrica disponía de un techo de crecimiento muy diferente de aquel de principios de siglo. Estas transformaciones técnicas son bien visibles en sucesivas oleadas.

Su carácter acumulativo se verifica al observar que la mayoría de los sistemas eléctricos crecieron a partir de la integración de sistemas primitivos de generación y distribución, y no de su eliminación, a los que se incorporaban nuevas centrales o líneas de interconexión. Así, por un lado, la escala de análisis varía a lo largo del primer tercio del siglo XX, desde sistemas locales a aquellos nacionales. Pero, por otro, se establecen sendas reconocibles de desarrollo, según el tipo de recursos primarios utilizados o el predominio de un tipo particular de consumidores.

Conviene recordar, además, que esta industria se ha desarrollado tendiendo al aprovechamiento de las economías de escala, contando con unidades de generación y con mercados gradualmente más amplios. Esto significa que los desafíos técnicos básicos han consistido en la construcción de unidades de generación y de transporte mayores cada vez. No obstante, de esta orientación predominante en la historia de la tecnología eléctrica no se deriva que en esta industria exista siempre una relación positiva y lineal entre el incremento de la escala y de los rendimientos. En realidad, la tendencia al incremento del tamaño de los establecimientos productivos de esta industria es subsidiaria de su inevitable orientación reticular. Las redes persiguen ajustar producción y consumo en una industria en que el almacenamiento de electricidad es solo viable a una escala ínfima. Y la eliminación ventajosa de incertidumbres en la generación, transporte y distribución para la obtención de mejores rendimientos se logra con la integración en redes cada vez mayores que funcionan mejor conectando centros productivos análogos.

La lógica de la continuidad del servicio al menor coste fue la que rigió la evolución de las técnicas precisas para la producción, transporte y distribución de electricidad. Estas se fueron desarrollando al tiempo que la propia industria, configurando lo que se ha dado en llamar *sistemas-oleadas* de tecnologías sucesivas, cuyos componentes eran inter-dependientes. En el caso de los sectores hidráulicos, estos componentes tecnológicos no eran solo de naturaleza electro-técnica, sino también hidráulica. Esta peculiaridad condicionó la cronología del aprovechamiento eléctrico hidrodépendiente. Así, mientras que hacia 1900 en el terreno electrotécnico ya habían aparecido los rasgos esenciales de la moderna industria eléctrica —la generación centralizada de corriente alterna en alta tensión que podía ser transportada a larga distancia y luego transformada a tensiones inferiores para su uso—, no era así en el terreno hidráulico. Hasta la aparición de *La technique de la houille blanche*, en 1908, de Pacoret, no puede decirse que el conjunto de técnicas aplicables a la construcción de grandes presas y el embalse de agua estuvieran ya disponibles. Su aplicación a gran escala —con grandes

embalses, maquinaria hidráulica y eléctrica de gran potencia y su transporte a muy alta tensión— sufrió aún cuantiosos retrasos, debido a los problemas adicionales de diseño y materiales que presentaba.

AC/DC-Batalla de los sistemas: Constituye el principal contencioso tecnológico entre sistemas alternativos. Si bien los técnicos lo dieron por zanjado en torno a 1895, cuando se demostró la superioridad de la AC para los transportes, la corriente continua ha pervivido en la distribución durante un siglo. El consenso sobre la AC no terminó con las alternativas tecnológicas excluyentes, pues sistemas de transmisión monofásicos, bifásicos y trifásicos fueron puestos de inmediato a disposición de los consumidores.

Aplicaciones: Primera lámpara de incandescencia: 1878, dotada de filamento de carbón (véase cuadro 1 del capítulo 2).

Aplicaciones: motor eléctrico: Desde 1891 ya había motores para uso industrial en corriente alterna, pero hasta 1895 no se comienzan a difundir los motores eléctricos para su aplicación a un grupo de maquinaria (*group-drive*), y hasta 1900 no se patentan los motores eléctricos de funcionamiento autónomo (*unit-drive*). Estos últimos proporcionarían a las fábricas la oportunidad de elevar sus rendimientos, al permitir adaptar el ritmo de funcionamiento de cada motor a la máquina donde se acoplase.

Carga es la demanda de potencia instantánea de una central o sistema eléctrico. Varía diaria y estacionalmente. Aunque suele ser creciente en su punta, diaria o anual, también muestra horas y períodos valle en que es mucho más baja, aunque nunca caiga completamente.

Carga instantánea: En las centrales aisladas obedece en cada momento a la suma de las demandas individuales más las pérdidas.

Distribución Consiste en el proceso de transporte a baja tensión en el área de consumo a través de subestaciones. Se efectúa en áreas no mayores que una ciudad de tamaño medio.

Estación central: Pearl Street, en 1882, fue la primera estación central.

Factor Carga —medida de rendimiento de un sistema eléctrico—: Ratio entre la producción efectiva durante un año con la potencial, si la potencia máxima alcanzada se hubiera mantenido durante todo el año. O lo que es lo mismo: producción efectiva durante un año en kWh * 100 / 8.760 horas * Potencia instantánea máxima.

Factor Utilización —medida de rendimiento de un sistema eléctrico—: Relaciona la capacidad nominal de las máquinas eléctricas con la producción efectiva. Es decir: Producción efectiva durante un año * 100 / 8.760 horas * 100 * Potencia instalada en kW.

Generadores, o convertidores eléctricos, son aquellos que logran transformar una energía de origen primario, que puede ser térmico o cinético, en energía eléctrica, que constituye una forma de energía o energía secundaria. El primero fue la *Dínamo Gramme*, de 1873. En el decenio de 1930 los equipos de generación lograron alcanzar los 100 MW por unidad de potencia instalada, en el caso de los generadores trifásicos.

Índice de cobertura es la capacidad que a medio plazo deben garantizar las centrales/sistema eléctrico para cubrir los incrementos de la demanda máxima sin tener que recurrir a aumentar su parque de generación. Se alcanza mediante *capacidad excedentaria*, que es la potencia adicional en previsión de los incrementos de la demanda de punta durante el período de carencia. Los sistemas hidroeléctricos son muy sensibles a la dinámica recurrente de capacidad excedentaria, por cuanto la naturaleza indivisible de sus unidades productivas —en particular en los sistemas más avanzados tecnológicamente— obliga a un crecimiento ineludiblemente diferido de su capacidad.

Islotes eléctricos: Mercados hidroeléctricos regionales aislados que incluyen grandes infraestructuras de generación, y proporcionan en su seno la diversidad que a menudo se busca en las redes de coordinación a gran escala.

Potencia-Medida: Es el producto de la tensión por la intensidad de una corriente eléctrica. Mientras que la tensión se mide en voltios, la intensidad se contabiliza en amperios, según la normalización de las medidas eléctricas del Congreso de San Luis de 1912. La potencia eléctrica se calcula en *watios* o en su medida más habitual en miles, el *kW*. Hasta 1912, la potencia venía midiéndose en *Caballos de Vapor* o en *Horse Power*, unidades de diferente tradición y, por tanto, con distinta equivalencia con el kW. Por último, con la difusión de las corrientes alternas, en las que no es posible determinar con exactitud la potencia que desarrollará la maquinaria, pese a conocer la tensión y la intensidad de la corriente, se comenzó a utilizar el *kVA*, que expresaba el producto de ambas variables, y dejaba sin dilucidar el valor del $\cos \varphi$, del que dependía la relación entre la potencia teórica del convertidor y la efectiva. Aquí se ha considerado que, pese a la diferente denominación, los CV se referían al mismo HP internacional, convirtiéndose a kW mediante su multiplicación por 0,7457. La conversión del kVA ha sido también la generalmente admitida: el producto por 0,8.

Presas: Son conocidas de antiguo para la retención de agua mediante embalse. Sus tres tipos principales son aquel de tierra, de escollera o de fábrica, pero son estas últimas las que se emplean para la formación de grandes embalses europeos. Requieren la cimentación sobre una roca sana, resistente e impermeable, y se construyen en mampostería o con hormigón. Los principales tipos de presas *de fábrica* son aquellas de gravedad, que resisten únicamente por acción de su peso; las presas de bóveda sencilla, que resisten esencialmente como bóveda, transmitiendo las cargas a los estribos; y las de bóvedas múltiples, cuyo perfil transversal queda dividido por pilares entre varios vanos que se cierran mediante bóvedas. Solo desde 1899 se aceptó el parámetro vertical aguas arriba, que viene caracterizando a las presas construidas desde entonces. La principal innovación de los primeros años del XX fue la introducción de la planta curvilínea, que se adoptó en el proyecto de 1905 de la presa Roosevelt, cuya forma abovedada, apropiada para los valles estrechos, se impondría en el resto de Estados Unidos y Europa a partir de 1920.

Producción efectiva de un sistema de generación de energía eléctrica consiste en la cantidad de horas que la potencia disponible ha trabajado.

Receptores hidráulicos son los que captan la energía cinética del agua, que las máquinas eléctricas —dínamos o alternadores— se encargan luego de transformar en electricidad. Las *turbinas* son conductos unidos a un eje que no solo aprovechan la energía

potencial de la gravedad del agua, sino también la velocidad del agua y su energía potencial interna, o de reacción. Las turbinas permiten aumentar el número de revoluciones y regular el número de estas. Los principales tipos son las de acción, o chorro libre, en que el agua sufre tan solo un cambio de dirección, y las de reacción, o chorro forzado, que son aquellas en que el agua que entra sufre tanto un cambio de dirección como una aceleración. *Pelton*: Estas son turbinas de acción, que se adaptan a saltos de gran altura y escaso caudal. *Francis* fueron contemporáneas de las anteriores, pero en Europa su recepción fue más tardía. En su versión de fin de siglo, eran turbinas de reacción, y, aunque adaptables según su diámetro a todo tipo de saltos, se aplicaron sobre todo a aquellos de menor altura y gran caudal. La turbina *Kaplan* permitió asimismo el aprovechamiento de las localizaciones en zona de «hulla verde», o de gran caudal sin desnivel.

Saltos de agua: Su potencia aprovechable depende de la cantidad y la velocidad del agua, que a su vez es función de la pendiente y de la rugosidad del cauce. En los sistemas hidroeléctricos, la producción depende de la *volatilidad del caudal* del que se sirve el salto. Los mejores rendimientos en los sistemas hidroeléctricos se registran allí donde predominan los saltos de régimen fluyente y caudal continuado o donde se universaliza el almacenamiento de agua.

Saltos no regulados o fluyentes: Allí, la corriente se deriva a través de un canal lateral con menor rugosidad y mayor pendiente que el cauce primitivo, de manera que, antes de que las aguas se reintegren al río, se hacen pasar por receptores hidráulicos, que transforman la energía potencial en energía útil.

Saltos regulados-regulación de caudales consiste en adecuar el caudal disponible a las necesidades de la central en el período de tiempo considerado. El *Coefficiente de regulación* es el que mide la relación entre el volumen de agua embalsada y el caudal del río. Si este se fija en torno al 40%, se habla de un embalse de regulación anual, esto es, que tiene por objeto almacenar caudal sobrante en riadas y épocas de abundancia, para suministrarlo en las de escasez. Si este coeficiente se acerca al 100% o lo supera, se está en presencia de un embalse de regulación interanual o *hiper-embalse*, que permite trasvasar caudales de años húmedos a secos, de manera que se pueda aprovechar la totalidad de los recursos de una cuenca.

Sistemas de generación resultan de la unión en paralelo de diversas centrales de producción. El objetivo de los sistemas de generación es el auxilio mutuo para garantizar la continuidad del servicio, en caso de avería, por ejemplo, al tiempo que para conjugar diversos tipos de centrales que presenten costes operativos diversos, a fin de adaptarse mejor a las oscilaciones diarias y estacionales de la demanda.

Sistemas de generación hidráulicos-integrados: En torno a 1930, las centrales de escasa altura y de gran caudal, donde la regulación hidráulica era más difícil y costosa, trabajaban de modo continuo, cubriendo las horas valle de un sistema, y las centrales de cabecera, cuya regulación era más fácil y barata, funcionaban solo intermitentemente, en caso de punta. En la práctica, las centrales no reguladas y con caudal discontinuo trabajaban siempre que podían para cubrir la base de la carga del sistema, pues eran las que incurrían en costes menores. Las centrales de regulación diaria o semanal, con depósito de acumulación, se empleaban para las puntas diarias o semanales; y las centrales dotadas de embalse se empleaban tanto en los días de máxima punta como, sobre todo, en los períodos de sequía.

Transmisión consiste en el transporte de fluido eléctrico desde el punto de producción hasta la zona de consumo y las diferentes transformaciones de tensión que en los sistemas modernos esto conlleva. Esto es, la elevación de la tensión en el punto de la generación y la disminución de aquella en el área de distribución. Los obstáculos del transporte a larga distancia —elevación de la potencia de transmisión, materiales y aislamiento— se solucionarían entre 1890-1910. En cuanto a los cables de transmisión, se sobrepasaron los 220 kV en la tensión de los transportes, con la mejora del conductor, a partir del decenio de 1920, con aluminio, que impedía la corrosión y abarataba el coste de los cables, y con la mejora de su aislamiento, mediante refrigeración por aceite.

Transmisiones punto de producción-punto de consumo: El tendido de una línea de transporte que unía una planta de generación aislada y distante de un centro de consumo.

Transmisión-Sistemas de interconexión: Enlazan los sistemas de generación con los centros de consumo. El objetivo es garantizar en todo momento la continuidad del servicio y el reparto equitativo de las cargas entre las diferentes centrales, aparte de preservar la tensión y la igualdad de frecuencia de los envíos.

Voltaje-Tensión eléctrica: La baja tensión acabó imponiéndose en la mayoría de los empleos industriales y domésticos, y de paso en la distribución, mientras que la alta lo hizo en la transmisión a larga distancia.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivos

- a) Archivo-Estafeta INI:
 - Leg. 253
 - Leg. 250
- b) Archivo Nacional de Cataluña:
 - Fondo Saltos del Segre
 - Fondo Sociedad Española de Carburos Metálicos
 - Fondo Güel
- c) Archivo General de la Administración
 - Sección Industria. Cajas: 7.105, 7.106, 7.107, 7.122, 7.127, 7.133, 7.172, 7.173, 7.174 y 7.176.
 - Sección Obras Públicas. Cajas: 32, 39, 71, 14.892, 15.077, 20.692, 21.124, 21.125, 21.797 y 21.871.
 - Ficheros centrales, subestaciones, redes.

Publicaciones periódicas coetáneas

- Aforos (1912-1931), Servicio Central Hidráulico, Madrid.
- Boletín de la Asociación de Productores y Distribuidores de Electricidad (1919-1929), Madrid.
- Boletín de Unidad Eléctrica Española (1904-1918), Madrid.
- Electrical World. The consolidation of Electrical World and Engineer (1906-1954), Nueva York, números sueltos.
- Electricidad. Revista Comercial y Técnica (1919-1934), Barcelona.
- El Financiero (1918-1936), Madrid.
- El Ingeniero, Madrid, números sueltos.
- Estadística del Impuesto sobre el consumo de luz de gas, electricidad y carburo de calcio (1903-1933), Madrid.
- Ibérica informativa del progreso de las ciencias y sus aplicaciones (1914-1922, 1935, 1936 y 1940), Barcelona.
- Ingeniería y Construcción, Madrid, números sueltos.
- La Construcción Moderna, Madrid, números sueltos.
- L'éclairage électrique (1894-1907), París.
- La Electricidad. Revista general de sus progresos científicos e industriales (1893-1890), Barcelona.
- La Energía Eléctrica (1899-1936), Madrid.
- La Houille Blanche (1902, 1913), Grenoble, Association pour la diffusion de la Documentation Hydraulique, números sueltos.
- Madrid Científico (1897-1936), Madrid.
- Mécanique-Electricité 1900 (1901-1905), París.
- Mundo Científico (1906-1913), Barcelona.
- Mundo Financiero, Industrial y Comercial: Revista de Economía y Hacienda... (1932-1936), Madrid.
- Revista de Economía Nacional, Madrid, números sueltos.
- Revista de Obras Públicas (1900-1934), Madrid.
- Revue Général de l'électricité (1917-1940), París.
- Revue Internationale de l'électricité et ses applications (1885-1890), París.
- The Electrical World and Engineer (1904-1905), números sueltos.

Artículos y monografías

- AGACINO MARTÍNEZ, E. (1897-1903). *Cartilla de Electricidad*, Cádiz.
- ALARCÓN DE PORRAS, F. (2000). *Historia de la electricidad en Málaga*, Editorial Sarriá, Málaga.
- ALCAIDE ET ÁLII (1994). *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien años de Historia*, Sevilla.
- ALONSO OLEA, E. J. (2000). *La Electra de Bolueta. Una historia centenaria (1896-2000)*, Santa Ana de Bolueta, Bilbao.
- AMIGO ROMÁN, P. (1991). «La industria eléctrica en Valladolid (1887-1930): características fundamentales», en B. Yun Casalilla (coord.), *Estudios sobre capitalismo agrario, crédito e industria en Castilla*, Valladolid, pp. 203-234.
- (1992). «La formación del mercado eléctrico nacional en España: la aportación de Castilla y León», en *Cuadernos de Economía de Castilla y León*, n.º 2, Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 119-153.
- ANES ÁLVAREZ, G. (dir.) (2006). *Un siglo de luz. Historia empresarial de Iberdrola*, Madrid.
- ANES ÁLVAREZ, R. (1995). «Consideraciones sobre dos empresas productoras de energía eléctrica: Hidroeléctrica del Cantábrico y Electra del Viesgo», en M. Llordén Miñambres (ed.), *De empresas y empresarios en la España Contemporánea*, Oviedo, pp. 119-133.
- (1999). «La constitución de la Compañía Hispano-Americana de Electricidad», en A. Carreras et al., *La industrialización y el desarrollo económico de España*, vol. II, Barcelona, pp. 1344-1355.
- ANTOLÍN, F. (1989). «Hidroeléctrica Ibérica y la electrificación del País Vasco», en *Revista de Economía Pública*, VI, n.º 5, pp. 107-130.
- (1990). «Electricidad y crecimiento económico. Una hipótesis de investigación», en *Revista de Historia Económica*, n.º 3, pp. 661-671.
- (1991). «Las empresas de servicios públicos municipales», en Martín Aceña y Comín (eds.), *Historia de la empresa pública en España*, Madrid, pp. 283-330.
- (1997). «Dotaciones y gestión de los recursos energéticos en el desarrollo económico de España», *Papeles de Economía Española*, n.º 73, pp. 193-208.

- ANTOLÍN, F. (1999a). «Iniciativa privada y política pública en el desarrollo de la industria eléctrica en España. La hegemonía de la gestión privada, 1875-1950», *Revista de Historia Económica*, n.º 2, pp. 411-445.
- (1999b). «Samuel Insull y Juan Urrutia, dos empresarios de principios de siglo. La formación de la gran empresa eléctrica española en un contexto comparativo», en Carreras et alii, *Dtor. Jordi Nadal. La industrialització i el desenvolupament econòmic d'Espanya*, Universitat de Barcelona, Barcelona, vol. 2, pp. 1356-1377.
- (2006a). «Hidroeléctrica Ibérica (1910-1944)», en Anes Álvarez (2006), pp. 131-192.
- (2006b). «Entrepreneurial networks and electrification. The Spanish case», Session 40: Innovation and Networks in Entrepreneurship, XIV International Economic History Congress, Helsinki, Finlandia, 21 al 25 de agosto de 2006.
- ANUARIO (1889-1894). *Anuario de la minería, metalurgia y electricidad en España*, Madrid.
- (1895-1911). *Anuario de la minería, metalurgia, electricidad e industrias químicas en España*, Madrid.
- (1912-1914). *Anuario de la minería, metalurgia, electricidad y demás industrias de España*, Madrid.
- (1915-1929). *Anuario de la industria española*, Madrid.
- ANUARIO FINANCIERO Y DE SOCIEDADES ANÓNIMAS DE ESPAÑA [AFSAE] (1917, 1925, 1930, 1935 y 1942).
- ARMSTRONG, C., y H. V. NELLES (1986). *Monopoly's Moment. The Organization and Regulation of Canadian Utilities, 1830-1930*, Toronto.
- ARROYO HUGUET, M. (1996). *La industria del gas en Barcelona, 1841-1933*, Barcelona.
- ARROYO, M., y G. LUSA (2002) (eds.). «La creación de la Escuela Industrial Barcelonesa (1851)», *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VII, n.º 360, 29 de marzo de 2002. <http://www.ub.es/geocrit/b3w-360.htm>.
- ARROYO, M., y G. NAMH (1994). «La sociedad española de electricidad y los inicios de la industria eléctrica en Cataluña», en Capel (1994), pp. 27-51.
- ARRÚE ASTIAZARÁN, M. (1935). *Desarrollo y perspectivas del consumo de energía eléctrica para luz. Su importancia para la industria eléctrica y la economía nacional, Estadística eléctrica, educación y cultura luminotécnicas*, publicación extraordinaria de la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad, Madrid.
- ARTOLA, M., ET ALÍI (1978). *Los ferrocarriles en España, 1844-1943*, 2 vols., Madrid.
- AUBANELL, A. M. (1992). «La competencia en la distribución de electricidad en Madrid, 1890-1913», *Revista de Historia Industrial*, año I, n.º 2, Barcelona, pp. 143-171.
- (2001). *La industria eléctrica y la electrificación de la industria en Madrid entre 1890 y 1935*, Tesis Doctoral sin publicar, 2 vols., Instituto Universitario Europeo, Florencia.
- (2005). «¿Era la industria eléctrica de entreguerras un monopolio natural? Evidencia a partir de la Sociedad Hidroeléctrica Española», *Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History*, n.º 3, pp. 489-514.
- AVEBURY (1912). *Municipalización y nacionalización de los servicios públicos*, Barcelona.
- BALZANI, R., y A. VARNI (1992). «Le aziende elettriche municipalizzate», en Mori (1992), pp. 523-570.
- BANCO DE BILBAO (1957). *Un siglo en la vida del Banco de Bilbao. Primer centenario, 1857-1957*, Bilbao.
- BARCELIA, C., y J. MELGAREJO (2000). *El agua en la historia de España*, Alicante.
- BARDINI, C. (1992). «La economía energética italiana (1863-1913): una prospettiva inconsueta per lo studio del processo di industrializzazione», *Rivista di Storia Economica*, n.º 8, pp. 81-113.
- (1997). «Without Coal in the Age of Steam: a Factor-Endowment Explanation of the Italian Industrial Lag before World War I», *The Journal of Economic History*, vol. 57, n.º 3.
- BARDINI, C., y P. HERTNER (1992). «Decollo elettrico e decollo industriale», in Mori (ed.) (1992), pp. 201-148.
- BARONE, G. (1993). «Nitti e il dibattito sull'energia», en L. de Rosa (1993), pp. 201 y ss.
- BARRIO, T. (1925). *Centrales eléctricas instaladas en España*, Madrid.
- BARTOLOMÉ, I. (1993). *La electrificación española y la intervención estatal en el sector eléctrico (1880/1936)*, Memoria de Licenciatura, sin publicar (UCM).
- (1995). «Los límites de la hulla blanca en vísperas de la Guerra Civil. Un ensayo de interpretación», *Revista de Historia Industrial*, n.º 7, pp. 109-140.
- (1999). «La industria eléctrica española antes de la guerra civil: reconstrucción cuantitativa», *Revista de Historia Industrial*, n.º 15.
- (2003). *La industria eléctrica en España. Recursos, tecnología e Instituciones. (1880-1936)*, Tesis doctoral sin publicar, Instituto Universitario Europeo, Florencia.
- (2005). «La red nacional y la integración de los mercados eléctricos españoles durante los años de entreguerras. ¿Otra oportunidad perdida?», *Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History*, n.º 2, pp. 270-298.
- (2007). *Electra del Lima and União Elétrica Portuguesa: the Internationalisation of Electricity Companies at Iberian Scale (1908-1944)*. Papel presentado en APHES, Lisboa, noviembre de 2007
- BAUMOL (1977). «On the Proper Cost Tests for Natural Monopoly in a Multiproduct Industry», *American Economic Review*, 67 (5), diciembre, pp. 809-822.
- BELFIELD, R. B. (1981). *The Niagara Frontier. The evolution of electric Power Systems in New York and Ontario, 1880-1935*, PHD, University of Pennsylvania.
- BENITO ORTEGA, J. (1902). «La ciencia y la industria eléctrica en España al subir al trono D. Alfonso XIII», *La Energía Eléctrica*, Suelto, Madrid.
- BERNAL, A. M. (1993). «Ingenieros-empresarios en el desarrollo del sector eléctrico español: Mengemor, 1904-1951», en *Revista de Historia Industrial*, n.º 3, pp. 93-126.
- (1994). «Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad (1894-1983)», en Alcaide (1994), pp. 161-271.
- BERNILS MACH, J. M. (1995). *100 anys d'electricitat a l'Alt Empordà*, Hidroeléctrica del'Empordà.
- BETRÁN, C. (1997). «Tamaño de mercado y crecimiento industrial en España durante el primer tercio del siglo XX», *Revista de Historia Industrial*, n.º 11, pp. 119-148.
- (2005). «Natural Resources, Electrification and Economic Growth from the End of the Nineteenth Century until World War II», *Revista de Historia Económica*, vol. 23 (1), pp. 47-81.
- BORÉS ROMERO, J. (1919). *La industria hidroeléctrica en España. Crítica a la propuesta de los Sres. Urrutia y Cambó*, Madrid.

- BOWERS, B. (1982). *A History of Electric Light and Power*, London Science Museum, Londres.
- BROCKMAN, G., A. GONZÁLEZ y M. OTAMENDI (1905). *Memoria acerca del Congreso internacional de electricidad de Saint Louis (Estados Unidos de América) de los ingenieros de caminos, delegados del Gobierno español*, Madrid.
- BRODER, A. (1982). «L'expansion internationale de l'industrie allemande dans le dernier tiers du XIXème siècle. Le cas de l'industrie électrique: 1880-1913», en *Relations Internationales*, XXXIX, primavera, pp. 65-77.
- BURWELL, C. C. (1990a). «Transportation: Electricity's changing importance over time», en Schurr et alii (1990), pp. 209-231.
- BURWELL, C. C., y G. S. BLAIR (1990). «The Home: evolving Technologies for satisfying Human Wants», en Schurr (1990), pp. 249-270.
- BUSTELO, F. (1941). «La producción de energía eléctrica y la electroquímica», en *Electricidad, Publicaciones de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, pp. 109-121.
- (1957). «Notas y comentarios sobre los orígenes de la industria española del nitrógeno», *Moneda y Crédito*, n.º 63, diciembre, pp. 23 y ss.
- BYATT, I. C. R. (1979). *The British Electrical Industry, 1875-1914. The Economic Returns to a New Technology*, Oxford.
- CÁMARA OFICIAL DE PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DE ELECTRICIDAD (1929-1939). *Datos Estadístico técnicos de las centrales eléctricas españolas correspondientes a...*, Madrid.
- CAMBÓ, F. (1926). «La démocratisation du bien être par l'électricité», *Revue Economique Internationale*, t. 4, p. 7.
- CAPEL, H. (1994). *Las tres chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, 3 vols., Barcelona.
- CAPEL, H., y J. I. MURO (1994). «La Compañía Barcelonesa de Electricidad», en Capel (1994), pp. 52-101.
- CARBALLO, E. P. (1919). «Los saltos de agua y la legislación», *La Energía Eléctrica*, pp. 89 y ss.
- CARDOSO DE MATOS, A. (coord.) (2005). *O Porto e a Electricidade*, Fundação EDP, Lisboa.
- CARDOSO DE MATOS, A., ET ALII (2004). *A electricidade em Portugal dos primórdios a 2ª Guerra Mundial*, Fundação EDP, Lisboa.
- CARDOT, F. (1987). *1880-1980. Un siècle d'électricité dans le monde*, París.
- CARMONA, J. (1999). «Galicia en el desarrollo del sector eléctrico español (1900-1982)», en Carreras et alii, *Dtor. Jordi Nadal. La industrialització y el desenvolupament economic d'Espanya*, vol. 2, Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 1378-1397.
- CARMONA, J., y J. NADAL (2005). *El empeño industrial de Galicia: 250 años de historia (1750-2000)*, A Coruña.
- CARMONA, J., y J. PENA (1989). «As orígenes do sector eléctrico na Galiza, 1888-1936», en *Agalia*, n.º 2, monográfico, pp. 33-48.
- CARON y CARDOT (1991). *Historie de l'électricité en France*, vol. 1, París.
- CARRÉ, P. (1920). *Compendio de Química Industrial*, 2 t., Barcelona.
- CARRERAS, A. (1983). «El aprovechamiento de la energía hidráulica en Cataluña, 1840-1920. Un ensayo de interpretación», en *Revista de Historia Económica*, n.º 2, pp. 97-118.
- (1989) (coord.). *Estadísticas históricas de España, siglos XIX y XX*, Madrid.
- (1990a). «La industrialización española, 1840-1980. Reflexiones en torno a un índice anual de la producción de las industrias básicas», en Carreras (1990), *Estudios de Historia Cuantitativa*, Madrid.
- (1990b). «Los ciclos de la economía española», en Carreras (1990), *Estudios de Historia Cuantitativa*, Madrid.
- CARRERAS, A., y X. TAFUNELL (1993). «La gran empresa en España. Una primera aproximación», *Revista de Historia Industrial*, 3, pp. 127-175.
- (2005) (coord.). *Estadísticas históricas de España, siglos XIX y XX*, Madrid.
- CASINO DE IRÚN (1995). *1882-1895, luz eléctrica en Irún*, Irún.
- CASTEL, J. (1936). *Legislación protectora de la producción nacional, recopilada, anotada y comentada por...*, Madrid.
- CAVILLE, H. (1929). *La Houille Blanche*, París.
- CAYÓN, F. (1997). *Un análisis del Sector eléctrico en Madrid a través de las empresas Hidroeléctrica Española, Electra Madrid y Unión Eléctrica Madrileña (1917-1936)*, W. P. Fundación Empresa Pública, Madrid.
- (2002). «Hidroeléctrica Española: un análisis de sus primeros años de actividad (1907-1936)», *Revista de Historia Económica*, 20 (2), pp. 301-334.
- CEBALLOS TERESI, J. (1913). «La electricidad en Madrid», separata del n.º 264 de *El financiero hispano-americano*, Madrid, 14.3.1913.
- (1932). *Historia económica, financiera y política de España en el siglo XX*, vol. VII, Madrid.
- CEGARRA PÉREZ, J. (1990). *Haro—desde las Conchas surge el resplandor*, Haro.
- CIARLO, P. (1993). «Il testo unico del 1933 sulle acque e sugli impianti elettrici», en G. Galasso, *Storia dell'industria elettrica in Italia*, 3ª, *Espansione e oligopolio, 1926-1945*, Roma.
- COLL, S., y SUDRIÀ (1987). *El carbón en España, 1770-1961. Una historia económica*, Madrid.
- COMIN, F., ET ALII (1998). *150 años de historia de los ferrocarriles españoles*, 3 vols., Madrid.
- COMPAÑÍA DE LOS CAMINOS DE HIERRO DEL NORTE DE ESPAÑA (1940). *Memoria*, Madrid.
- CONTE, L. (1993). «I prestiti esteri», en De Rosa (1993), pp. 625-757.
- CORELLA, S. (1914-28). *Recopilación de todas las disposiciones oficiales. Apéndices a la legislación eléctrica*, 3 vols., Zaragoza.
- COSTA CAMPÍ, M. T. (1981). *Iniciativas empresariales y capitales extranjeros en el sector servicios de la economía española durante la segunda mitad del siglo XIX*, *Investigaciones económicas*, n.º 14, Madrid.
- CREW y KLEINDORFER (1986). *The economics of Public utility Regulation*, Londres.
- CHANDLER, A. D. Jr. (1977). *The Visible hand: the Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, Massachusetts.
- (1990). *Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, Massachusetts.
- (2005). «Commercializing High-Technology Industries», *Business History Review*, 79, otoño, pp. 595-604.
- CHAPA, A. (1996). *Ecos de un pasado. Testimonios de los protagonistas de la Construcción de los Saltos del Duero*, 4 vols. (s. l.).
- (1999). *La construcción de los Saltos del Duero, 1903-1970. Historia de una epopeya colectiva*, Pamplona.
- (2002). *Cien años de historia de Iberdrola. Los hechos*, vol. 2, Madrid.

- DAVID, P. A. (1992). «Heroes, Herds and Hysteresis in Technological History: Thomas Edison and the 'Battle of the Systems' Reconsidered», *Industrial and Corporate Change*, pp. 129-180.
- DAVID, P. A., ET ÁLII (1987). *The Economics of Gateway Technologies and Network evolution: Lessons from Electricity Supply History WP*, Centre for Economic Policy Research, Stanford.
- DE LA FUENTE, F. (1908). «El Fraude de los Contadores Eléctricos», *Madrid Científico*, n.º 587, p. 123.
- (1918). *La energía hidroeléctrica en España. Consideraciones que deben tenerse en cuenta al intentar la reforma de la Ley de Aguas*, Madrid.
- DE LA SIERRA, F. (1953). *La concentración económica en las industrias básicas españolas*, Madrid.
- DE ROSA, L. (ed.) (1993). «Il potenziamento tecnico e finanziario 1914-1925», t. 2, en *Storia dell'industria elettrica in Italia*.
- DELEGACIÓN DE SERVICIOS HIDRÁULICOS DEL GUADALQUIVIR (1933). *Estadística*, Sevilla.
- DELGADO PÉREZ, A. (1997). *Luz en la ciudad: cien años de electricidad en Santa Cruz de Tenerife*, Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria.
- DERRY, T. K., y T. I. WILLIAMS (1986). *Historia de la tecnología, desde 1750-1900*, 2 vols., Madrid.
- DEVINE, W. D. (1983). «From shafts to wires: historical perspective on electrification», en *The Journal of Economic History*, XLIII, n.º 2, pp. 347-372.
- (1990a). «Electrified Mechanical Drive. The Historical Power Distribution Revolution», en Schurr.
- (1990b). «Early developments in Electro-processing: New products, new industries», en Schurr, pp. 77-98.
- DÍAZ-MARTA PINILLA, M. (1969, reedición 1997). *Las obras hidráulicas en España*, Aranjuez.
- DÍAZ MORLÁN, P. (1998). «El proceso de creación de Saltos del Duero (1917-1935)», *Revista de Historia Industrial*, n.º 13, pp. 181-198.
- (2006a). «Los Saltos del Duero (1918-1944)», en Anes Álvarez (2006), pp. 279-324.
- (2006b). «How the entrepreneurship market works», Session 40: Innovation and Networks in Entrepreneurship, XIV International Economic History Congress, Helsinki, Finlandia, 21 al 25 de agosto de 2006.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONTRIBUCIONES, IMPUESTOS Y RENTAS (1905). *Estadística del impuesto de consumo de alumbrado por gas, electricidad y carburo de calcio*, Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA. SECCIÓN DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL (1935). *Censo de centrales generadoras. Estadísticas de la Industria eléctrica: Toledo*, Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS (1964). *Catálogo oficial de las presas de embalse con altura superior a los 15 metros en 1º de enero de 1964. Memoria*, Madrid.
- DORIA, M., y P. HERTNER (2004). «Urban Growth and the Creation of Integrated Electricity Systems: The Cases of Genoa and Barcelona, 1894-1914», en Giuntini y Hertner (eds.), *Urban Growth on two Continents in the 19th and 20th centuries. Technology, Networks, Finance and Public Regulation*, Granada, pp. 230-247.
- DU BOFF, R. B. (1967). «The introduction of Electric Power in American manufacturing», en *Economic History Review*, vol. XX, pp. 509-518.
- DUMONCEL, T. (1879). *L'éclairage électrique*, París.
- DUNSHEAT, R. (1962). *A history of electrical Engineering*, Londres.
- ERRANDONEA, E. (1935a). «Interconexión eléctrica», *Revista de Obras Públicas*, 15 de diciembre, pp. 457-464.
- (1935b). «Desarrollo y producción de la electricidad en España», *Revista de Obras Públicas*, n.º 1, 1 de enero, pp. 2-6.
- (1935c). «Desarrollo y producción de la electricidad en España», *Ibérica*, 6 de abril, p. 210.
- (1935d). «Desarrollo y producción de la electricidad en España», *Ibérica*, 27 de abril, p. 259.
- (1935e). «Los aprovechamientos hidroeléctricos de pie de presa construidos estos últimos años en España», *Ibérica*, n.º 1071, 11 de mayo, pp. 295 y ss.
- (1935f). «La economía de la producción eléctrica en España», *Ingeniería y Construcción*, XIII, 153 (septiembre), pp. 529-535.
- (1936). «Desarrollo de la industria eléctrica nacional en el año 1935», *Ibérica*, abril, p. 218.
- (1941). «Aspectos económicos de la producción de energía eléctrica», en *Electricidad*, publicación de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, pp. 63-108.
- ESPAÑA. OBRAS PÚBLICAS. SERVICIO CENTRAL HIDRÁULICO (s.f.). (1903). *Aforos. Régimen de los principales ríos de España*, Madrid.
- ETEMAD, B., y J. LUCIANI (1991). *World Energy Production, 1860-1985*, Génova.
- FANLO LORAS, A. (1996). *Las confederaciones hidrográficas y otras administraciones hidráulicas*, Madrid.
- FARRE, S., y J. RUCKSTUHL (2005). «Les investissements suisses en Espagne durant le franquisme. De la guerre civile à la convention de double imposition (1936-1966)», *La formación del tejido empresarial en España (siglos XIX y XX): el papel de los grupos y las redes empresariales*, VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Galicia, 16-18 de septiembre.
- FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (2000). *Un siglo de obras hidráulicas en España. De la utopía de J. Costa a la intervención del Estado*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- FERNÁNDEZ PARADAS, M. (2006). «L'implantation de l'éclairage électrique public dans l'Andalousie du premier tiers du XXe siècle», *Annales historiques de l'électricité*, n.º 4, pp. 83-100.
- FINN, B. S. (1987). *The History of Electrical Technology*, Garland, Nueva York.
- FUENTES, U. (1907). *Syndicat des Forces de Catalogne. Transport d'énergie électrique a Barcelone. Rapport Générale par Ubaldo Fuentes, Directeur de la compagnie d'électricité Thomson-Houston Ibérique*, Ejemplar mecanografiado, sin publicar, Madrid.
- FUNGAIRIÑO, A. (1929). «Aprovechamiento integral de corrientes de agua», en Conferencia Mundial de la Energía. Sesión especial de Barcelona, 1929, *Actas y Memorias*, vol. 2, pp. 207-216.
- GALASSO, G. (ed.) (1993). *Espansione e oligopolio. 1926-1945*, t. 3 de la *Storia dell'industria elettrica in Italia*, 2 vols.
- GALLEGO ANABITARTE, A., ET ÁLII (1986). *El derecho de aguas en España*, 2 vols., Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- GALLEGO, D. (1986). «Transformaciones técnicas de la agricultura española en el primer tercio del siglo XX», en Garrahou, Barciela y Jiménez Blanco (eds.), *Historia agraria de la España contemporánea*, 3. *El fin de la agricultura tradicional (1900-1960)*, Barcelona, pp. 171-229.

- GALLEGO RAMOS, E. (1917). *La hulla blanca en España en 1917*, s. I.
- (1918). «La energía hidroeléctrica en España», *La Energía Eléctrica*, pp.1 y ss.
 - (1926a). «Energía eléctrica disponible y explotada en España. Resumen de datos opiniones», *La Energía Eléctrica*, pp. 17 y ss.
 - (1926b). «Precio medio de la energía hidroeléctrica nacional», *La Energía Eléctrica*, pp. 168 y ss.
 - (1933). «La producción y el consumo de energía eléctrica en España», en *La Energía Eléctrica*, 25 de febrero y 10 de marzo.
 - (c. 1914). *Estadística de la hulla blanca en España*, s. I.
 - (c. 1920). *Estadística de la hulla blanca en España en 1920*, s. I.
- GARCÍA ADÁN (2001). «La Sociedad de Electrificación Industrial y los proyectos de electrificación de ferrocarriles en España (1919/1931)», Comunicación presentada al II Congreso de Historia Ferroviaria.
- GARCÍA DE ENTERRÍA, E. (1955). «El problema de la caducidad de las concesiones de aguas públicas y la práctica de las concesiones en cartera», *Revista de Administración Pública*, n.º 17, pp. 269-293.
- (1994). «El régimen jurídico de la electricidad durante el siglo de vida de la Compañía Sevillana de Electricidad», en Alcaide (1994), pp. 98-125.
- GARCÍA DE LA INFANTA, J. M. (1986). *Los primeros pasos de la luz eléctrica en Madrid (y otros acontecimientos)*, Madrid.
- GARCÍA DELGADO, J. L. (ed.) (1990). *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo*, Hidroeléctrica del Cantábrico, Oviedo.
- GARCÍA FONTELA, R. (1990). *Cien años de luz eléctrica en Galicia*, Unión-Fenosa, SL.
- GARCÍA RODRIGO, M. (1927). *Legislación eléctrica*, Madrid.
- GARFIELD, P. J., y W. F. LOVEJOY (1964). *Public Utility Economics*, Englewood Cliffs.
- GARÍ, J., y L. SANTASUSANA (1929). «Desarrollo y rentabilidad de la industria eléctrica en España», en *Actas y memorias de la Conferencia Mundial de la Energía*, sección especial celebrada en Barcelona, vol. II, pp. 269-282.
- GARRIDO BARTOLOMÉ, M. (1968). «Embalses», en Universidad Comercial de Deusto, *Riqueza Nacional de España*, vol. 4, Bilbao, pp. 683-742.
- GARRUÉS, J. (1997a). *Empresas y empresarios en Navarra. La industria eléctrica, 1888-1986*, Pamplona.
- (1997b). *El Irati, Compañía General de Maderas, Fuerzas Hidráulicas y Tranvías Eléctricos de Navarra: una empresa auto-productora comercial de Electricidad, 1904-1961*, WP Fundación Empresa Publica, Madrid.
 - (1997c). «El desarrollo del sistema eléctrico navarro, 1888-1896», *Revista de Historia Industrial*, n.º 11, pp. 73-118.
 - (2006a). «Electricidad e industria en la España rural: el Irati, 1904-1961», *Revista de Historia Económica-Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 24, 1, pp. 97-138.
 - (2006b). «Mérito y problema de las eléctricas pioneras: Arteta, 1893/98-1961», *Revista de Historia Industrial*, n.º 31, pp. 65-108.
- GARRUÉS, J., y S. M. GARCÍA (2005). *Red Eléctrica Española. El libro de los 20 años*, Madrid.
- GAS Y ELECTRICIDAD SA (1992). *Cien años de electricidad y gas en Menorca, 1892-1992*, Menorca.
- GELPI BLANCO, E. (1925). *Aprovechamiento de las energías naturales (estudio descriptivo y razonado de los modernos métodos que la técnica y la economía aconsejan para el aprovechamiento más perfecto posible de las fuentes naturales de energía)*, Unión Librería de Editores, Barcelona.
- GEORGE, P. (1952). *Geografía de la Energía*, Barcelona.
- GEORGES, M. (1933). «L'électrification des Pyrénées», *Revue Générale de l'Électricité*, 2.º semestre, pp. 729 y ss.
- GERMAN, L. (ed.) (1990). *ERZ (1910-1990). El desarrollo del sector eléctrico en Aragón*, Zaragoza.
- GIANNETTI, R. (1985). *La conquista della forza: risorse, tecnologia ed economia nella industria elettrica italiana (1883-1940)*, Milán.
- (1991). «I 'sisteme' elettrici italiani. Struttura e prestazioni dalle origini al 1940», en B. Bezza (ed.), *L'industria elettrica italiana e la società Edison*, Bolonia.
 - (1992). «Tecnología ed economía del sistema elettrico», en Mori (1992), *Storia dell'industria elettrica in Italia. Le origini. 1882-1914*, Roma.
 - (1993). «Vecchi e nuovi sistemi territoriali», en L. de la Rosa (1993), *Storia dell'industria elettrica in Italia*, t. 2, *Il potenziamento tecnico e finanziario, 1914-1925*, pp. 23 y ss.
 - (1995). «From small insulated Plants to Regional Networks: the path of Growth of the Italian Electrical Industry from its beginning to the 1930s», en F. Caron, P. Erker y W. S. Fisher (eds.), *Innovations in the European Economy between the Wars*, Berlín, Nueva York.
 - (1997). «Tecnologie di rete e intervento pubblico nel sistema elettrico italiano (1883-1996)», *Storia Economica*, agosto, pp. 127-160.
- GIANNETTI, R., G. FEDERICO y P. A. TONINNELLI (1994). «Size and Strategy of Italian Industrial Enterprises (1907-1940). Empirical Evidence and some conjectures», *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n.º 2, pp. 491-512.
- GLETE, J. (1987). «Demand pull or technology push? Pre-conditions for the Development of the Swedish Heavy Electrical Industry», en F. Cardot (1987), pp. 243-251.
- GÓMEZ MENDOZA, A. (1991). «Las obras públicas, 1880-1935», en P. Martín Aceña, y F. Comín, *La empresa pública en España*, Madrid, pp. 177-204.
- (2000). «El Plan del Nitrógeno», en Gómez Mendoza (2000), *De Mitos y Milagros. El Instituto Nacional de Autarquía (1941-1963)*, Barcelona, pp. 85-98.
 - (2006). «Hidroeléctrica Española en los años 1940-1973», en Anes Álvarez (2006), pp. 421-462.
- GÓMEZ NAVARRO, J. L. (1932). *Salto de agua y presas de embalse*, 2 vols.
- GONZÁLEZ ECHEGARAY, R. (1982). *Tres chispazos de historia*, Santander.
- GONZÁLEZ QUIJANO, P. M. (1932). *Ministerio de Obras Públicas. Consejo de la energía hidráulica en España. Avance para una evaluación de la energía hidráulica en España, por...*, Madrid.
- GRAELL, G. (1908). *Hacia la nacionalización de la economía. Discurso leído por...*, Barcelona.
- HANNAH, L. (1979). *Electricity before Nationalisation. A Study of the Development of Electricity Supply in Britain to 1948*, Londres y Baltimore.

- HAUSMAN, W. J., y J. L. NEUFELD (2004). «The Economics of Electricity Networks and the Evolution of the U.S. Electric Utility Industry, 1882-1935», *Business and Economic History On-Line*, vol. 2, pp. 1-26.
- HEREZA Y ORTUNO, J. (1920). «Sobre la necesidad de aprovechar las fuentes naturales de Energía desde el punto de vista de la Instalación de nuevas industrias y, más especialmente, de las electroquímicas y electrometalúrgicas», en I Congreso Nacional de Ingeniería, *Actas*, tomo II, pp. 176 y ss.
- HERNÁNDEZ ANDREU, J. (1981). «Orígenes, expansión y limitaciones del sector eléctrico en España, 1900-1936», en *Información Comercial Española*, septiembre, pp. 137-150.
- HERRANZ LONCÁN, A. (2004). *La dotación de infraestructuras en España (1844-1935)*, Madrid.
- HERTNER, P. (1986). «Financial Strategies and Adaptation to Foreign Markets: the German Electro-technical Industry and its Multinational Activities: 1890s to 1939», en Teichova, Levy-leboyer y Nussbaum (eds.), *Multinational Enterprise in Historical Perspective*, Cambridge UP.
- (1993). «La lotta tra i grandi gruppi», en De Rosa (1993), pp. 451-464.
- HISTORIA... (1966). *Historia de la Electroquímica de Flix, S.A. 1867-1965* (s. l.).
- HUGHES, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, Md.
- (1987). «The evolution of large technological systems», en Bijker, Hughes y Pinch, *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, pp. 51-82.
- (2005). «From Firm to Networked Systems», *Business History Review*, n.º 79, otoño, pp. 587-593.
- HULT, J., y B. NYSTRÖM (eds.) (1992). *Technology and Industry. A Nordic Heritage*, Massachusetts.
- INE (varios años). *Anuario Estadístico de España* (Madrid).
- INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO DE ESPAÑA (1912). *Reseña geográfica y estadística de España*, Madrid.
- JEFATURA DE SERVICIOS ELÉCTRICOS (1948). *Avance de evaluación comparada de potencial y energía, procedente de los aprovechamientos hidroeléctricos de España, en relación con la regulación debida a embalses y saltos de pie de presa, construidos y concedidos por el Estado*, Madrid.
- JOSKOW, P. (1996). «Introducing Competition into Regulated Network Industries: from Hierarchies to Markets in Electricity», *Industrial and Corporate Change*, pp. 341-80.
- JOSKOW, P., y R. SCHMALENSEE (1983). *Markets for Power. An Analysis of Electrical Utility Deregulation*, MIT, Cambridge, Massachusetts.
- (1986). «Incentive Regulation for Electric Utilities», *Yale Journal of Regulation*, 4, pp. 1-49.
- JUAN OÑA, J. de (1990). *Resumen histórico en el Centenario de la electricidad en Almería 1890-1990*, Compañía Sevillana de Electricidad, Almería.
- KRUGMAN, P. (1992). *Geografía y Comercio*, Barcelona.
- LA IGLESIA, G. (1928). *Legislación de Aguas de la Revista de los Tribunales*, séptima edición, Madrid.
- LAFFONT y TIROLE (1993). *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, MIT, Massachusetts.
- LANDES, D. S. (1979). *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid.
- LANGE, O. (1930). *Química Industrial*, s.l.
- LANTHIER, P. (1994). «L'électricité en France: Marchés, Réseau et Pouvoirs Publics, 1880-1940», en Beltran y Morsel (1994), *Electricity Generation and Supply: Regulation, Market, competition. International Comparisons*, Milán.
- (2006). «Les autorités publiques et l'électrification, de 1870 à 1940. Une comparaison européenne», *Annales Historiques de l'électricité*, n.º 4, pp. 125-144.
- LÁZARO URRÁ, J. (1972). *Historia de Unión Eléctrica, S.A.*, ejemplar mecanografiado, sin publicar.
- LÉVY-LEBOYER (1994). «Panorama de l'électrification. De la grande guerre à la nationalisation», en Morsel y Lévy-Leboyer (1994), t. 2, pp. 13 y ss.
- LÉVY-LEBOYER y H. MORSEL (1994). *L'interconnexion et le Marché 1919-1946 (Histoire Générale de l'électricité en France)*, 2 tomos.
- LOSCERTALES, J. (2005). «Inversiones alemanas en España, 1870-1920», *La formación del tejido empresarial en España (siglos XIX y XX). El papel de los grupos y las redes empresariales*, VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Galicia, 16-18 de septiembre de 2005.
- LUCIA, P. J. (1941). «La electricidad en España» en *Electricidad*, Publicaciones de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, s. l., pp. 3-26.
- LLOPIS, E. (1994). *La industria extremeña durante el período autárquico*, Documento de Trabajo, Fundación Empresa Pública, Madrid.
- LLORENTE CHALA, J. C. (1979). «El sector de la producción y distribución de energía eléctrica durante la década 1920-1930», en *Cuadernos Económicos de ICE*, n.º 10, Madrid, pp. 535-577.
- MACÍAS HERNÁNDEZ, A. M. (2001). «Canarias: una economía insular y atlántica», en Germán et alii, *Historia Económica Regional de España*, Barcelona, pp. 476-506.
- MADUREIRA, N. L. (2004). «Asymmetry of Adoption and the Electric Network. Portugal, 1920-1947», Comunicación presentada a la Business History Conference, Annual Meeting Program, octubre de 2004, Le Creusot.
- (2005) (coord.). *A História da Energia. Portugal 1890-1980*, Lisboa.
- MALUQUER DE MOTES, J. (1985). «Cataluña y el País Vasco en la industria eléctrica española, 1901-1935», en González Portilla y otros (eds.), *Industrialización y nacionalismo: análisis comparativos*, Barcelona, pp. 239-252.
- (1986). *L'electricitat*, ejemplar mecanografiado, sin publicar.
- (1987). «L'électricité facteur de développement économique en Espagne», en F. Cardot (1987), *1880-1980. Un siècle d'électricité dans le monde*, París, pp. 57-67.
- (1992). «Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: La Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)», *Revista de Historia Industrial*, 2, pp. 121-141.
- (2000). «Els grans treballs hidroelèctrics: l'obra de Pearson», en Maluquer de Motes (ed.), *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*, Barcelona, pp. 338-345.
- (2006). «Panorama eléctrico español hasta 1944», en Anes Álvarez (2006), pp. 53-96.
- MALUQUER DE MOTES, J., y M. LLONCH (2005). «Trabajo y relaciones laborales», en Carreras y Tafunell (2005), pp. 1155-1246.
- MARTÍN RODRÍGUEZ, J. L., y J. OLLE ROMEU (1961). *Orígenes de la industria eléctrica barcelonesa*, Barcelona.

- MARTÍNEZ, N. (1928). *Descripción de los principales procedimientos empleados para el uso fraudulento de energía eléctrica y disposiciones oficiales que interesa conocer a las empresas, a los instaladores y a los consumidores*, Madrid.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, A. (2002). «Las empresas de tranvías en Madrid, del control extranjero a la municipalización, 1871-1948», en Benegas, Matilla y Polo (dirs.), *Ferrocarril y Madrid: historia de un progreso*, Madrid, pp. 149-179.
- (2006). «Foreign Capital and Business Strategies: a comparative Analysis of Urban Transport in Madrid and Barcelona, 1871-1948», trabajo presentado en XIV World Economic History Congress, Helsinki, 21-25 de agosto, Session 33. Foreign Investment in Urban Public Utilities: An International and Comparative Perspective in the Long Run.
- MARTÍNEZ VARGAS, A. (1996). *El agua y la electricidad en Cádiz: historia de los SMAES*, Cádiz.
- MARTÍN-RETORTILLO BAQUER, S. (1966a). *Aguas Públicas y Obras Hidráulicas, Estudios Jurídico-Administrativos*, Madrid.
- (1966b). «Construcción y explotación por el Estado y por las Comunidades de Regantes de las Obras hidráulicas con destino a riegos», en Martín-Retortillo (1966a), pp. 15-150.
- (1966c). «Sobre la reforma de la Ley de Aguas», en Martín-Retortillo (1966a), pp. 151-223.
- (1995). *Titularidad y aprovechamiento de las aguas*, Discurso leído el 29 de mayo de 1995 en el acto de su recepción como Académico de número de la Real Academia de Jurisprudencia y Legislación.
- MAYORAL, D. (1921). «La interconexión y la electrificación general de España», *La Electricidad*, p. 25.
- MAYORGA y SERRANO (1929). *Síntesis de los compuestos del nitrógeno. Hidrogenación de carbones. Informe sobre la obtención del nitrógeno y sus derivados sintéticos y de petróleo sintético a base del aprovechamiento de lignitos. Sistema IG Farbenindustrie*, Madrid.
- MELGAREJO, J. (2000). «De la política hidráulica a la planificación hidrológica. Un siglo de intervención del Estado», en Barciela y Melgarejo (2000), *De la Política Hidráulica a la Planificación Hidrológica: un siglo de intervención del Estado*, Alicante, pp. 275-324.
- MESTRES BORRELL, J. (1919). «Las industrias eléctricas en España y su porvenir», 1er. Congreso Nacional de Ingeniería, tomo II, pp. 507-515.
- MIGUEL, A. de (1935). *El potencial económico de España*, Madrid.
- MILWARD, R. (2004). «European Governments and the Infrastructure Industries», *European Review of Economic History*, 8, pp. 3-28.
- MINET, A. D. (1894). *Electrochimie. Production, électrolytique des composés chimiques*, París.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, INDUSTRIA, COMERCIO Y OBRAS PÚBLICAS. DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO (1901). *Estadística de la Industria Eléctrica en España a fin de 1901*, Madrid.
- (1905). *Estadística de la Industria Eléctrica en España a fin de 1904*, Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO (1910). *Estadística de la Industria Eléctrica a fines de 1910*, Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TRABAJO. CONSEJO DE LA ENERGÍA (1931). *Centrales eléctricas de más de 500 KVA*, Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO, DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS (1911). *Estadística sobre el estado de las obras públicas en España. Obras hidráulicas. Situación de los aprovechamientos de aguas públicas para usos industriales en primero de enero de 1909*, Madrid.
- (1921). *Estadística sobre el estado de las obras públicas. Índice de aprovechamientos para usos industriales*, Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. NEGOCIADO DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL (1921). *Producción y distribución de energía eléctrica. Vol. 1. Álava. 1920*, Madrid.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y ECONOMÍA. DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA (1932). *Momento actual de la industria en España. Teruel, Alicante y Castellón*, Madrid, publicación n.º 11, fascículo 4.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO. DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA. SECCIÓN DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL (varios años post. 1935). *Censo de centrales generadoras, líneas de transporte y subestaciones de las provincias de: Álava, Almería, Ávila, Badajoz, Baleares, Burgos, Cádiz, Guadalajara, Huelva, Jaén, León, Murcia, Salamanca, Segovia, Sevilla, Valencia, Zamora y Zaragoza*, varios volúmenes, Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS (1933). «Plan Nacional de obras hidráulicas», vol. I; «Exposición general», vol. II; «Datos fundamentales. Estudio geológico», vol. III; *Estudios agrónomico y forestal*, Introducción de Manuel Lorenzo Pardo, Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. CONSEJO DE LA ENERGÍA (1932). *Estadística de las centrales eléctricas superiores a 400 KVA con un mapa. Año 1932*, Introducción de Severino Bello Poeyusan, Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS (1952). *Aprovechamientos hidráulicos dotados de embalses*, Madrid.
- MINISTERIO DE TRABAJO, COMERCIO E INDUSTRIA. NEGOCIADO DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL (1923). *Producción y distribución de energía eléctrica con breve reseña descriptiva de las provincias de Albacete, Barcelona, Cuenca, Granada, Guipúzcoa, Jaén, Oviedo, Santander y Sevilla*, varios volúmenes, Madrid.
- MITCHELL, B. R. (1978). *European Historical statistics. 1750-1970*, Londres.
- MOLINA I FIGUERAS, J. (1992). *Narcís Xifra, capdavanter de l'enginyeria electrotècnica a Catalunya*, Associació d'Enginyers industrials de Catalunya, Barcelona.
- MONTAÑÉS, C. E. (1935). *La Red Eléctrica Nacional. Estudio del problema eléctrico español en orden a su aspecto nacional y conveniente actuación del Estado*, Dirección General de Industria, Publicaciones del Consejo de Industria, Madrid.
- MONTERO GABUTTI, J. (1910). *Agenda Montero para la Industria eléctrica*, Madrid.
- MONTES BERNÁRDEZ, R. (1999). *La energía que ilumina: historia de la iluminación de la región de Murcia (1797-1935)*, Murcia.
- MORENO LUZÓN, J. (1998). *Romanones. Caciquismo y política liberal*, Madrid.
- MORSEL, H. (1987). «Panorama de l'histoire de l'électricité en France dans la première moitié du XX siècle», en F. Cardot (1987), pp. 85-119.

- MORSEL, H. (1991a). «Les premiers pas de l'économie électrique», en Caron y Cardot, *Histoire Générale de l'électricité en France, Espoirs et conquêtes 1881-1918*, t. 1, pp. 495 y ss.
- (1991b). «L'hydroélectricité», en Caron y Cardot, *Histoire Générale de l'électricité en France, Espoirs et conquêtes 1881-1918*, t. 1, pp. 594 y ss.
- MORTARA, G. (1934). *Lo sviluppo dell'industria elettrica nel mondo*, Milán.
- MUÑOZ HERNÁNDEZ, P. (1994). *Alemanys a l'Ebre: la colonia química alemanya de Flix (1897-1994)*, Tarragona.
- MUÑOZ HERNÁNDEZ, P., y M. HIERRO CASTARLENAS (1997). *Centenari de «La Fàbrica» de la societat electro-química de Flix a Erkimia, 1897-1997*, Barcelona.
- MUÑOZ LINARES, C. (1954). *El monopolio en la industria eléctrica*, Madrid.
- MURIEL HERNÁNDEZ, M. (2002). *Cien años de historia de Iberdrola*, vol. 1: *Los hombres*, Madrid.
- MYLLINTAUS, T. (1991). *Electrifying Finland. The Transfer of a New Technology into a late Industrialising Economy*, Londres.
- NADAL, J. (1986). *El gas acetilè*, ejemplar mecanografiado, sin paginar.
- (1992). «Los Planas, constructores de turbinas y material eléctrico (1858-1949)», *Revista de Historia Industrial*, 1, pp. 63-93.
- (1993). «La consolidació pel biaix dels adobs. 1914-1939», en Nadal, Maluquer, Sudrià y Cabanal (1993), *Historia econòmica de la Catalunya Contemporània*, Barcelona, pp. 149-166.
- NADAL, J., J. M. BENAUL y C. SUDRIÀ (2003). *Atlas de la industrialización de España, 1750-2000*, Barcelona.
- NICOLAU, R. (2005). «Población, Salud y Actividad», en Carreras y Tafunell (2005), pp. 77-154.
- NOTAS... (1927). «Notas sobre producción y consumo de energía eléctrica en España», en *Ingeniería y Construcción*, V, 49, enero, pp. 1-5; 51, marzo, pp. 114-118; y 54, junio, pp. 283-288.
- NÚÑEZ ROMERO-BALMAS, G. (1992). «Développement et intégration régionale de l'industrie électrique en Andalousie jusqu'en 1935», en Trede (1992), pp. 169-201.
- (1993). *La Sevillana de electricidad (1894-1930) y la promoción multinacional en el sector electrotécnico*, Granada.
- (1994a). «Origen e integración de la industria eléctrica en Andalucía y Badajoz», en Alcaide y otros (1994), pp. 126-159.
- (1994b). «Cien años de evolución institucional en el sector eléctrico en España», en Núñez Romero-Balmas y Segreto (1994), pp. 220-257.
- (1995). «Empresas de producción y distribución de electricidad en España (1878-1953)», *Revista de Historia Industrial*, n.º 7, pp. 199-227.
- NYE, D. E. (1990). *Electrifying America. Social Meaning of a New Technology, 1880-1940*, Nueva York.
- ORBEGOZO, J. (1926). «Características y breve descripción de un principio de utilización de los importantes grupos de saltos en la cuenca del Duero», en *La Colaboración española en la Conferencia Internacional de Londres...*, sec. B, p. 360.
- ORIOL, R. (1895). *Anuario de la minería, metalurgia y electricidad en España*, Madrid.
- OTTOLINO, M. (1993). «L'evoluzione legislativa», en De Rosa (1993), vol. 2, pp. 465-509.
- PASSER, H. C. (1953). *The electrical manufacturers, 1875-1900. A study in competition, entrepreneurship, technical change and economic growth*, Cambridge, Massachusetts.
- PÉREZ DEL PULGAR (1915). «La energía eléctrica en la vida industrial moderna», *Ibérica*, 104, diciembre, p. 411.
- (1917). «Suelto», *Ibérica*, octubre.
- (1920). *El problema ferroviario y la nacionalización de la Energía Eléctrica*, Madrid.
- PÉREZ URRUTI, M. (1928). *Plan para nacionalizar las transformaciones industriales de nuestras primeras materias*, Madrid.
- POUS, M. (1995). «L'electricitat», *Quaderns de la Revista de Girona*, n.º 59, Girona.
- PRADROS DE LA ESCOSURA, L. (1993). *De te Fabula Narratur. Growth, Structural Change and Convergence in Europe, 19th-20th Centuries*, WP, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- (2003). *El progreso económico de España (1850-2000)*, Bilbao.
- PROYECTO... (1919). «Proyecto de una Red General de Distribución de Energía Eléctrica en España», *La Energía Eléctrica*, pp. 82-85, 93-97 y 107-109.
- PUEYO, J. (2006). «La regulación económica de la industria eléctrica, 1939-1973», en Anes Álvarez (2006), pp. 349-382.
- PUIG RAPOSO, N. (1999). «El crecimiento asistido de la industria química en España: Fabricación Nacional de Colorantes y Explosivos, 1922-1965», *Revista de Historia Industrial*, n.º 15, pp. 105-138.
- (2005). «La conexión alemana: redes empresariales hispano-alemanas en la España del siglo XX», *La formación del tejido empresarial en España (siglos XIX y XX). El papel de los grupos y las redes empresariales*, VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, 16-18 septiembre, Galicia.
- REDONET MAURA (1947). *UNESA. Pasado, presente y futuro de la energía eléctrica en España*, UNESA, Madrid.
- ROIG AMAT, B. (1970). *Orígenes de la Barcelona Traction. Conversaciones con Carlos E. Montañés*, Pamplona.
- ROLDÁN, GARCÍA DELGADO y MUÑOZ (1973). *La formación de la sociedad capitalista en España, 1914-20*, Madrid.
- ROMERO ORTIZ, J. (1920). «Conveniencia de ensayar la electrosiderurgia en España», en *I Congreso Nacional de Ingeniería. Actas*, tomo II, p. 562.
- ROSENBERG, N. (1972). *Technology and American Economic Growth*, Nueva York.
- (1982). «The Effects of Energy Supply Characteristics on Technology and Economic Growth», en Rosenberg, *Inside the black box*, Nueva York.
- (1994). «Energy-efficient Technologies: Past and future perspectives», en Rosenberg, *Exploring the Black Box. Technology, Economics and History*, Cambridge, UK, pp. 161-189.
- ROSENBERG, N., y D. C. MOWERY (1982). «The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies», en Rosenberg, *Inside the black box*, Nueva York.
- RUEDA LAFFOND, J. C. (1991). «Antonio Maura: las pautas inversionistas de un miembro de la elite política de la Restauración», en *Historia Social*, n.º 11, otoño, pp. 125-144.
- S. A. SAN GONZALO (s.f.). *El aluminio y el arancel*, Madrid y Linares.
- SÁNCHEZ BARGIELA, R. (1995). *100 años de luz eléctrica en Puenteareas: 1895-1995*, Puenteareas.
- SÁNCHEZ CERVELLO, J., y F. R. VISA RIBERA (1994). *La navegació fluvial i la industrializació a Flix (1840-1940)*, Flix, la Veü de Flix.

- SÁNCHEZ CUERVO, L. (1927). «El problema de la energía eléctrica en España. II. Evolución y nuevas modalidades en las concesiones de aprovechamientos hidroeléctricos», *Revista de Obras Públicas*, pp. 510-514.
- (1933). «La situación actual de la industria española de producción y distribución de energía eléctrica», *La Electricidad*, abril, n.º 172, p. 7.
- (1935). «La red nacional de transporte de energía», *Ingeniería y Construcción*, diciembre, pp. 705-707.
- SÁNCHEZ VILANOVA, L. (1992). *L'aventura hidroelèctrica de la Vall de Capdella*, Barcelona.
- SCHÖN, L. (1991). «Capital and Electricity in Swedish Structural change up to the 1930s», Paper presented at the First European Analytical Economic History Conference.
- (2000). «Electricity, Technological Change and Productivity in Swedish Industry», *European Review of Economic History*, n.º 4, pp. 175-194.
- SCHOTT (2004). «Electrifying German Cities. Investments in Energy Technology and Public Transport and their Impact on Urban Development 1880-1914», en Giuntini y Hertner (eds.), *Urban Growth on two Continents in the 19th and 20th centuries. Technology, Networks, Finance and Public Regulation*, Granada, pp. 179-194.
- SCHURR, S. (1990). *Electricity in the American Economy: Agent of Technological Progress*, Greenwood, Nueva York.
- SEEGER, B. (1936). *El consumo de energía eléctrica para alumbrado en Europa*, Madrid.
- SEGRETO, L. (1992a). «Elettricità ed economia in Europa», en G. Mori, *Storia dell'industria elettrica in Italia. I. Le origini. 1882-1914*, vol. II, pp. 696-750.
- (1992b). «Imprenditori e finanziari», en Mori (1992), pp. 249-331.
- (1993a). «Aspetti e problemi dell'industria elettrica in Europa tra le due guerre», en Galasso (1993), pp. 325-398.
- (1993b). «Gli assetti proprietari», en Galasso 1993, vol. 1, pp. 89-173.
- (2006). «Ciento veinte años de electricidad. Dos mundos diferentes y parecidos», en Anes Álvarez (2006), pp. 17-54.
- SERRAT BONASTRE, J. (1916). «Problemas industriales. Las fuerzas hidráulica de Cataluña y su influencia en la producción catalana», *Revista Nacional de Economía*, vol. 1, n.º 1, junio-julio, pp. 54-59.
- SIMPSON, J. (1997). *La agricultura española (1765-1965). La larga siesta*, Madrid.
- SINDICATO NACIONAL DE AGUA, GAS Y ELECTRICIDAD. DELEGACIÓN SINDICAL DE ESTADÍSTICA (1960). *Datos estadístico-técnicos de las centrales eléctricas españolas en 1958*, Madrid.
- SINTES OLIVES, F. F., y F. VIDAL BURDILS (1933). *La industria eléctrica en España*, Barcelona.
- SMITH, P. (1920). *Electrical Goods in Spain*, Department of Commerce, Special Agents Series, n.º 197, Washington.
- SOCIEDAD DE NACIONES (1932-1933). *Annuaire Statique de la Société des Nations. 1932-33*, Ginebra.
- SONENBLUM, S. (1990). «Electrification and Productivity Growth in Manufacturing», en Shurr et álli (1990), pp. 277-324.
- SPOTTORNO, R. (1941). «Tarificación de la energía eléctrica», en *Electricidad*, Publicaciones de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, pp. 43-61.
- STORACI, M., y G. TATTARA (1998). «The external financing of Italian electric companies in the interwar years», *European Review of Economic History*, 2, pp. 345-375.
- SUDRIÀ, C. (1983). «Notas sobre la implantación y desarrollo de la industria del gas en España», en *Revista de Historia Económica*, n.º 2, pp. 97-118.
- (1987). «Un factor determinante: la energía», en Nadal, Carreras y Sudrià (comp.), *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, Barcelona.
- (1989). «L'energia: de l'alliberament hidroelèctric a la dependència petrolera», en J. Nadal (coord.), *Història Econòmica de la Catalunya Contemporània*, t. V, S. XX. *Població, Agricultura y Energía*, pp. 211 y ss.
- (1990a). «La industria eléctrica y el desarrollo económico en España», en J. L. García Delgado (ed.), *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo*, Hidroeléctrica del Cantábrico, Oviedo, p. 155.
- (1990b). «La electricidad en España antes de la Guerra Civil: una réplica», en *Revista de Historia Económica*, VIII, n.º 3, pp. 651-660.
- (1997). «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de Economía Española*, n.º 73, pp. 165-188.
- (2000). «La economía española bajo el primer franquismo: la energía», Congreso de la AEHE-Zaragoza, Sesión Plenaria. *La economía del primer franquismo*.
- SUREDA, J. L. (1959). *El caso de la Barcelona Traction*, Barcelona.
- SVENNILSON, I. (1954). *Growth and Stagnation in Western Economies*, Ginebra.
- TAFUNELL SAMBOLA, X. (1989). «La construcción residencial barcelonesa y la economía internacional: una interpretación sobre las fluctuaciones de la industria de la vivienda en Barcelona durante la segunda mitad del siglo XIX», *Revista de Historia Económica*, 7, n.º 2, pp. 389-437.
- (2000). «La rentabilidad financiera de la empresa española, 1880-1981: una estimación en perspectiva sectorial», *Revista de Historia Industrial*, n.º 18, pp. 71-112.
- (2005). «Urbanización y vivienda», en Carreras y Tafunell (2005), pp. 455-505.
- TEDDE DE LORCA, P. (1978). «Las compañías ferroviarias en España, 1844-1913», en M. Artola et álli (1978), pp. 13-354.
- (1987). «Hidroeléctrica española: una contribución empresarial al proceso de crecimiento económico», en *Hidroeléctrica Española, 75 aniversario, 1907-1982*, Madrid.
- TEDDE, P., y A. M. AUBANELL (2006). «Hidroeléctrica Española (1907-1944)», en Anes Álvarez (2006), pp. 193-278.
- TENA JUNGUITO, A. (1988). «Importación, niveles de protección y producción de material eléctrico en España (1890/1935)», en *Revista de Historia Económica*, VI, n.º 2, Madrid, pp. 341-371.
- TOCA, Á. (2005). *La introducción de la gran industria química en España: Solvay y su planta en Torrelavega (1887-1935)*, Santander.
- TORRE DE SILVA, V. (1993). «En torno a la concesión de aprovechamiento hidroeléctrico y a su situación inicial», *Revista Española de Derecho Administrativo*, n.º 79, pp. 457-473.
- TREDE, M. (1992). *Electricité et électrification dans le monde. 1880-1980*, AHEF, París.
- TURVEY y ANDERSON (1979). *Electricidad y Economía. Ensayos y estudios de caso*, Banco Mundial, Madrid.
- UNESA (1986). *El desarrollo hidroeléctrico en España*, Madrid.
- URIARTE, E. (1949). «La energía eléctrica en España», en *Agenda financiera del Banco de Bilbao*, Bilbao.
- (1967). «La energía eléctrica en España», *Información Comercial Española*, n.º 408, pp. 107-122.

- URRUTIA, J. (1917). *La energía hidráulica en España y sus aplicaciones*. (s. l.).
- (1918). *La energía hidroeléctrica de España. Antecedentes que deben tenerse en cuenta al redactar la nueva ley de aprovechamientos hidráulicos para la producción de energía*, Madrid.
- (1919). *La energía hidroeléctrica en España. Réplica en propia defensa a ciertos escritos contrarios a mis anteriores folletos*, Madrid.
- URTEAGA, L. (1994). «Producción térmica y extensión de la red eléctrica en Barcelona (1896-1913)», en Capel (1994), vol. 1, pp. 141-169.
- VALDALISO, J. M. (2006). «Los orígenes de Hidroeléctrica Ibérica, Hidroeléctrica Española y Saltos del Duero», en Anes Álvarez (2006), pp. 97-129.
- VAQUER, B. (1986). *La electrificación de Mallorca, Gas y Electricidad, S.A.*, Palma.
- VAQUERO, N. H. (1919). «La hulla blanca», *La Energía Eléctrica*, p. 153.
- VELARDE FUERTES, J. (1991). «Ideología y sector eléctrico español», en J. L. García Delgado (dir.), *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo. Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A. 75 Aniversario*, Madrid-Oviedo, pp. 185-260.
- VIANI, M., y V. BURGALETA (1919). *Conveniencia y posibilidad de electrificar los ferrocarriles españoles. Memoria presentada al concurso de la Asociación de Ingenieros de Caminos*, Madrid.
- VIDAL BURDILS, F. F. (1941). *Economía eléctrica de España*, Barcelona.
- (1946). *Estado comparativo de la industria francesa y española de producción y distribución de energía eléctrica*, Madrid.
- VILAR, P. (1934). «L'utilisation hydroélectrique des fleuves espagnols», en *Congrès International de Géographie, Actas*, t. III, Paris, pp. 591-607.
- VILLACORTA BAÑOS, F. (1989). *Profesionales y burócratas. Estado y poder corporativo en la España del siglo XX, 1890-1923*, Madrid.
- VILLANUEVA LARRAYA, G. (1995). *Hidráulica Santillana: cien años de historia*, Madrid.
- WADA, K. (1989). *The British Electricity Supply Industry before the Second World War: a case study approach*, London Ph. Dg., London School of Economics and Political Science, University of London, Londres.
- WAIS SAN MARTIN, F. (1974). *Historia de los ferrocarriles españoles*, Madrid.
- WILLIAMS, T. I. (1986). *Historia de la Técnica. Desde 1900-1950*, vol. III, t. I, Madrid.
- WOOLF, A. G. (1984). «Electricity, Productivity and Labour saving: American manufacturing, 1910-1929», *Explorations in Economic History*, 21, pp. 176-191.
- YESARES BLANCO (1900-1905). *Anuario de electricidad para 1900-1905*, Madrid.
- ZILLI, I. (1993). «Banca e industria elettrica in Italia», en De Rosa (1993), pp. 378-450.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Producción de electricidad por habitante en distintas fechas (kWh por habitante)	18
Cuadro 1.2	Producción de electricidad en relación con el producto (kWh/PIB)	18
Cuadro 1.3	Reparto de los consumos finales de electricidad comercial en 1929	18
Cuadro 1.4	Comparación entre series oficiales y estimación propia (La potencia en kW y la producción en kWh/año)	20
Cuadro 1.5	Capacidad de generación eléctrica total en España e Italia (1900-1936)	22
Cuadro 1.6	Primeros transportes de electricidad a elevada potencia en corriente alterna (La longitud, en km, y la potencia, en voltios)	24
Cuadro 1.7	Líneas de transporte en España, 1935	25
Cuadro 1.8	Producción eléctrica en España e Italia (1900-1936)	26
Cuadro 1.9	Crecimiento de la inversión real en las empresas eléctricas españolas en tasas anuales acumulativas, por períodos	33
Cuadro 1.10	Distribución funcional de las empresas eléctricas españolas en diversas fechas (Porcentaje de recursos básicos totales)	35
Cuadro 1.11	Distribución por tamaños de las empresas eléctricas españolas (Porcentaje de recursos básicos por categorías y en diferentes años)	35
Cuadro 2.1	Cronología de innovación de las lámparas de incandescencia	41
Cuadro 2.2	Potencia instalada en kW por regiones en fin de 1901, según la Estadística del Ministerio de Fomento	44
Cuadro 2.3	Establecimientos hidroeléctricos en uso por vertientes según el recuento de 1909	47
Cuadro 2.4	Empleos de los saltos y titulares de las concesiones en uso según el recuento de 1909	49
Cuadro 2.5	Potencia instalada por regiones según el recuento de 1910 en kW	51
Cuadro 2.6	KW hidroeléctricos instalados según el tamaño de la población y el territorio en 1910	52
Cuadro 3.1	Producción y consumo de aluminio en distintos países	57
Cuadro 3.2	La producción electro-química en Noruega en 1931	58
Cuadro 3.3	Consumos aproximados de electricidad por parte de la industria electro-intensiva en España en 1932	59
Cuadro 3.4	Fabricación de acero eléctrico en 1913	61
Cuadro 3.5	Evolución de la producción mundial de abonos nitrogenados	62
Cuadro 3.6	Producción y exportación de carburo de calcio en 1910	66
Cuadro 3.7	Coste anual de la producción de energía hidráulica para la obtención de carburo de calcio en Berga por la SECM	68
Cuadro 4.1	Potencia de uso comercial en distintos países. kW instalados cada 1.000 habitantes en la industria de suministro eléctrico en algunos países	72
Cuadro 4.2	KW hidroeléctricos instalados según el tamaño de la población y el territorio en 1920	73
Cuadro 4.3	Establecimientos de generación eléctrica menores de 298,28 kW por regiones según el recuento de 1925	74
Cuadro 4.4	Características técnicas de los saltos concedidos explotados y sin explotar en 1917	80
Cuadro 4.5	Presupuesto de primer establecimiento de la primera fase Thomson-Houston	81
Cuadro 4.6	Presupuesto anual previsto en la primera fase. Thomson-Houston	82
Cuadro 4.7	Relación de recursos básicos de las empresas eléctricas que realizaban su actividad en territorio español, con kW instalados en distintas fechas	87

Cuadro 4.8	Bancos que participaban en sociedades eléctricas en 1930. Recursos básicos en miles de pesetas corrientes	89
Cuadro 4.9	Crecimiento de la inversión real en las empresas eléctricas españolas en tasas anuales acumulativas, por períodos	90
Cuadro 4.10	Composición de los recursos básicos de las sociedades eléctricas	90
Cuadro 4.11	Dinámica empresarial según el tamaño de las sociedades eléctricas	91
Cuadro 4.12	Distribución funcional de las sociedades anónimas eléctricas en 1917 y 1930	92
Cuadro 5.1	KW hidroeléctricos instalados según el tamaño de la población y el territorio en 1930	94
Cuadro 5.2	Explotación hidroeléctrica en España en 1931 en centrales mayores de 320 kW	95
Cuadro 5.3	Usos de la electricidad comercial en distintas regiones españolas en 1935 (Para cada uso, la primera columna corresponde a kWh/habitante, y la segunda, en porcentaje)	98
Cuadro 5.4	Embalses con presa mayor de 15 m construidos en España para uso eléctrico hasta 1935	102
Cuadro 5.5	Dinámica empresarial según el tamaño de las sociedades eléctricas (Promedios en miles de pesetas corrientes)	103
Cuadro 5.6	Grandes grupos eléctricos en 1930 (Recursos básicos en miles de Pts. corrientes)	104
Cuadro 5.7	Grupos de empresas eléctricas en 1930 (Recursos básicos en miles de Pts. corrientes)	104
Cuadro 5.8	Grupos de empresas eléctricas en 1935 (Recursos básicos en miles de Pts. corrientes)	105
Cuadro 5.9	Grupos eléctricos más importantes en 1935 (Recursos básicos en miles de Pts. corrientes)	105
Cuadro 5.10	Las 10 mayores entidades eléctricas en 1930 y 1935	106
Cuadro 5.11	Grupos financieros que participaban en sociedades eléctricas en 1935 (Recursos básicos en miles de Pts. corrientes)	107
Cuadro A.1.1	Resumen de algunos datos procedentes de diversos recuentos de establecimientos hidroeléctricos 1900-1935	121
Cuadro A.1.2	Grupos generadores mayores de 5.000 kVa de potencia según su año de instalación	130
Cuadro A.1.3	Nuevas estimaciones de potencia disponible y producción de electricidad en España (1890-1936)	131
Cuadro A.1.4	Estimación del porcentaje de potencia hidroeléctrica instalada en España por regiones (1901-1935)	132
Cuadro A.1.5	Consumo de energía eléctrica en España por tipos de empleo	133
Cuadro A.1.6	Rendimiento de las centrales hidroeléctricas españolas inscritas en la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad (COPDE) en 1935 por regiones	134
Cuadro A.1.7	Horas de utilización de las principales centrales termoeléctricas españolas en un año de uso medio (1934)	135
Cuadro A.2.1	Embalses con presa mayor de 15 m para utilización hidroeléctrica y mixta en España en uso antes de 1936	138
Cuadro A.3.1	Capitales invertidos en sociedades anónimas eléctricas en España, en miles de pesetas constantes de 1913	140
Cuadro A.3.2	Reparto por áreas y regiones de los recursos básicos invertidos en industrias eléctricas en España	142
Cuadro A.3.3	Rentabilidad financiera de algunas empresas españolas (1913-1935)	143

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Comparación entre series de producción total de electricidad en España (1900-1935)	20
Gráfico 1.2	Comparación entre series de potencia eléctrica instalada total en España (1900-1936)	20
Gráfico 1.3	Evolución del porcentaje de producción hidráulica en Italia y España respecto al total de la producción eléctrica respectiva (1900-1972)	22
Gráfico 1.4	Evolución en la incorporación de equipos generadores al parque hidroeléctrico español [Porcentaje de grupos generadores de diferentes rangos de capacidad según su fecha de inauguración y en uso en 1958 (potencia en kW)]	23
Gráfico 1.5	Producción eléctrica en España según el tipo de central generadora, en porcentaje (1900-1936)	27
Gráfico 1.6	Evolución de la potencia hidroeléctrica instalada y de la producción hidroeléctrica en España (1900-1936) (La potencia, en MW, y la producción, en GWh)	28
Gráfico 1.7	Reparto de consumos y pérdidas en porcentaje (1900-1936)	29
Gráfico 3.1	La evolución de las principales producciones termo-químicas en España (1901-1935)	64
Gráfico 4.1	Precios relativos del carbón respecto de la electricidad en España	76
Gráfico 4.2	Precios relativos del carbón y tarifa máxima de fuerza en Madrid	77
Gráfico 4.3	Costes unitarios medios de algunas compañías eléctricas, 1899-1918	78
Gráfico 4.4	Costes unitarios medios reales de distintas compañías eléctricas, 1904-1935	79

SIGLAS Y ABREVIATURAS MÁS FRECUENTES

AE-INI	Archivo Estafeta del Instituto Nacional de Industria
AFAE	<i>Anuario Financiero y de Sociedades Anónimas</i>
AGA	Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares
AHN	Archivo Histórico Nacional
ANC	Archivo Nacional de Cataluña
A(S)PDE	Asociación de Productores y Distribuidores de Electricidad
BT	Barcelona Traction, Light and Power
CA-UEM	Actas del Consejo de Administración de Unión Eléctrica Madrileña
CHADE	Compañía Hispano-Americana de Electricidad
COPDE	Cámara de Productores y Distribuidores de Electricidad
CPEE	Comisión Permanente Española de Electricidad
CV	Caballo de Vapor
EEC	Energía Eléctrica de Cataluña
ERZ	Eléctricas Reunidas de Zaragoza
FFMM	Fuerzas motrices del Vallé de Lecrín
GW	Gigawatio
HE	Hidroeléctrica Española
HI	Hidroeléctrica Ibérica
HP	Caballo de Vapor
HPTTE	Hispano Portuguesa de Transportes Eléctricos
KW	Kilowatio
kWh	Kilowatio/hora
MW	Megawatio
RRFFE	Riegos y Fuerzas del Ebro
SD	Saltos del Duero
SECM	Sociedad Española de Carburos Metálicos
SGTE	Sociedad General de Transportes Eléctricos
UEM	Unión Eléctrica Madrileña
UNE	Unión Eléctrica Española
UNESA	Unidad Eléctrica Española Sociedad Anónima

PUBLICACIONES DE LA SERIE «ESTUDIOS DE HISTORIA ECONÓMICA», DEL BANCO DE ESPAÑA¹

- 1 GRUPO DE ESTUDIOS DE HISTORIA RURAL: Los precios del trigo y la cebada en España, 1891-1907 (1980).
- 2 ESPERANZA FRAX ROSALES: Puertos y comercio de cabotaje en España, 1857-1934 (1981).
- 3 ESTEBAN HERNÁNDEZ: Contribución al estudio de la Historiografía contable en España (1981) (agotado).
- 4 GRUPO DE ESTUDIOS DE HISTORIA RURAL: Los precios del aceite de oliva en España, 1891-1916 (1981).
- 5 CARLOS BARCIELA LÓPEZ: La financiación del Servicio Nacional del Trigo, 1937-1971 (1981).
- 6 GRUPO DE ESTUDIOS DE HISTORIA RURAL: El vino, 1874-1907: dificultades para reconstruir la serie de sus cotizaciones (1981).
- 7 LEANDRO PRADOS: Comercio exterior y crecimiento económico en España, 1826-1913: tendencias a largo plazo (1982) (agotado).
- 8 DANIEL PEÑA Y NICOLÁS SÁNCHEZ-ALBORNOZ: Dependencia dinámica entre precios agrícolas. El trigo en España, 1857-1890. Un estudio empírico (1983) (agotado).
- 9 ESTEBAN HERNÁNDEZ: Creación del Consejo de Hacienda de Castilla, 1523-1525 (1983) (agotado).
- 10 ANTONIO GÓMEZ MENDOZA: Ferrocarril y mercado interior en España (1874-1913). Vol. I: Cereales, harinas y vinos (1984).
- 11 RICARDO ROBLEDO HERNÁNDEZ: La renta de la tierra en Castilla la Vieja y León (1836-1913) (1984).
- 12 PABLO MARTÍN ACEÑA: La cantidad de dinero en España, 1900-1935 (1985).
- 13 ANTONIO GÓMEZ MENDOZA: Ferrocarril y mercado interior en España (1874-1913). Vol. II: Manufacturas textiles, materias textiles, minerales, combustibles y metales (1985).
- 14 ESTEBAN HERNÁNDEZ ESTEVE: Establecimiento de la partida doble en las cuentas centrales de la Real Hacienda de Castilla (1592). Vol. I: Pedro Luis de Torregrosa, primer contador del libro de caja (1986).
- 15 ESPERANZA FRAX ROSALES: El mercado interior y los principales puertos, 1857-1920 (1987).
- 16 ESTEBAN HERNÁNDEZ ESTEVE: Contribución al estudio de las ordenanzas de los Reyes Católicos sobre la Contaduría Mayor de Hacienda y sus oficios (1988).
- 17 ALONSO DE OJEDA EISELEY: Índice de precios en España en el período 1913-1987 (1988).
- 18 ALEJANDRO ARIZCUN: Series navarras de precios de cereales, 1589-1841 (1989).
- 19 FRANCISCO COMÍN: Las cuentas de la hacienda preliberal en España (1800-1855) (1990).
- 20 CARLOS ALBERTO GONZÁLEZ SÁNCHEZ: Repatriación de capitales del virreinato del Perú en el siglo XVI (1991).
- 21 GASPAS FELIU: Precios y salarios en la Cataluña moderna. Vol. I: Alimentos (1991).
- 22 GASPAS FELIU: Precios y salarios en la Cataluña moderna. Vol. II: Combustibles, productos manufacturados y salarios (1991).
- 23 ESTEBAN HERNÁNDEZ ESTEVE: Noticia del abastecimiento de carne en la ciudad de Burgos (1536-1537) (1992).
- 24 ANTONIO TENA JUNGUITO: Las estadísticas históricas del comercio internacional: fiabilidad y comparabilidad (1992).
- 25 MARÍA JESÚS FUENTE: Finanzas y ciudades. El tránsito del siglo XV al XVI (1992).
- 26 HERNÁN ASDRÚBAL SILVA: El comercio entre España y el Río de la Plata (1778-1810) (1993).
- 27 JOHN ROBERT FISHER: El comercio entre España e Hispanoamérica (1797-1820) (1993).
- 28 BEATRIZ CÁRCELES DE GEA: Fraude y administración fiscal en Castilla. La Comisión de Millones (1632-1658): Poder fiscal y privilegio jurídico-político (1994).
- 29 PEDRO TEDDE Y CARLOS MARICHAL (coords.): La formación de los bancos centrales en España y América Latina (siglos XIX y XX). Vol. I: España y México (1994).
- 30 PEDRO TEDDE Y CARLOS MARICHAL (coords.): La formación de los bancos centrales en España y América Latina (siglos XIX y XX). Vol. II: Suramérica y el Caribe (1994).
- 31 BEATRIZ CÁRCELES DE GEA: Reforma y fraude fiscal en el reinado de Carlos II: La Sala de Millones (1658-1700) (1995).
- 32 SEBASTIÁN COLL Y JOSÉ IGNACIO FORTEA: Guía de fuentes cuantitativas para la historia económica de España. Vol. I: Recursos y sectores productivos (1995).
- 33 FERNANDO SERRANO MANGAS: Vellón y metales preciosos en la Corte del Rey de España (1618-1668) (1996).
- 34 ALBERTO SABIO ALCUTÉN: Los mercados informales de crédito y tierra en una comunidad rural aragonesa (1850-1930) (1996).
- 35 M.ª GUADALUPE CARRASCO GONZÁLEZ: Los instrumentos del comercio colonial en el Cádiz del siglo XVII (1650-1700) (1996).
- 36 CARLOS ÁLVAREZ NOGAL: Los banqueros de Felipe IV y los metales preciosos americanos (1621-1665) (1997) (agotado).
- 37 EVA PARDOS MARTÍNEZ: La incidencia de la protección arancelaria en los mercados españoles (1870-1913) (1998).
- 38 ELENA MARÍA GARCÍA GUERRA: Las acuñaciones de moneda de vellón durante el reinado de Felipe III (1999).

1. La serie Estudios de Historia Económica, compuesta preferentemente por trabajos de miembros del Servicio de Estudios y de investigadores que han recibido becas del Banco de España, pretende facilitar la difusión de estudios que contribuyan al mejor conocimiento de la economía española del pasado, con atención particular hacia sus aspectos cuantitativos. El Banco de España no hace suyas, sin embargo, necesariamente, las opiniones expresadas en dichos trabajos cuando aparezcan publicados con la firma de su autor.

- 39 MIGUEL ÁNGEL BRINGAS GUTIÉRREZ: La productividad de los factores en la agricultura española (1752-1935) (2000).
- 40 ANA CRESPO SOLANA: El comercio marítimo entre Ámsterdam y Cádiz (1713-1778) (2000).
- 41 LLUIS CASTAÑEDA: El Banco de España (1874-1900). La red de sucursales y los nuevos servicios financieros (2001).
- 42 SEBASTIÁN COLL Y JOSÉ IGNACIO FORTEA: Guía de fuentes cuantitativas para la historia económica de España. Vol. II: Finanzas y renta nacional (2002).
- 43 ELENA MARTÍNEZ RUIZ: El sector exterior durante la autarquía. Una reconstrucción de las balanzas de pagos de España, 1940-1958 (edición revisada) (2003).
- 44 INÉS ROLDÁN DE MONTAUD: La banca de emisión en Cuba (1856-1898) (2004).
- 45 ALFONSO HERRANZ LONCÁN: La dotación de infraestructuras en España, 1844-1935 (2004).
- 46 MARGARITA EVA RODRÍGUEZ GARCÍA: Compañías privilegiadas de comercio con América y cambio político (1706-1765) (2005).
- 47 MARÍA CONCEPCIÓN GARCÍA-IGLESIAS SOTO: Ventajas y riesgos del patrón oro para la economía española (1850-1913) (2005).
- 48 JAVIER PUEYO SÁNCHEZ: El comportamiento de la gran banca en España, 1921-1974 (2006).
- 49 ELENA MARTÍNEZ RUIZ: Guerra Civil, comercio y capital extranjero. El sector exterior de la economía española (1936-1939) (2006).
- 50 ISABEL BARTOLOMÉ RODRÍGUEZ: La industria eléctrica en España (1890-1936) (2007).

BANCO DE ESPAÑA
Eurosistema

Unidad de Publicaciones
Alcalá 522; 28027 Madrid
Teléfono 91 338 6363. Fax 91 338 6488
Correo electrónico: Publicaciones@bde.es
www.bde.es