Las mini-centrales hidroeléctricas: de vestigios del pasado a opción de futuro?

Mercedes Arroyo
Universidad de Barcelona

Las mini-centrales hidroeléctricas: de vestigios del pasado a opción de futuro? (Resumen)

Según ciertas opiniones, las minicentrales hidroeléctricas existentes en España pueden ser una buena opción de futuro para evitar el deterioro del medio ambiente y reducir la utilización de combustibles fósiles. Según otras, las minicentrales no dejan de ser estructuras obsoletas y de escasa operatividad cuyo funcionamiento favorece determinados intereses económicos, altera las condiciones biológicas de los ríos y encarece la producción de electricidad.

En este trabajo, presentaremos ambos puntos de vista para mostrar las ventajas e inconvenientes de la permanencia de minicentrales hidroeléctricas, solas o en combinación con otras energías renovables, y expondremos algunas cifras refererentes a la situación actual en Cataluña de la energía hidráulica así como las perspectivas del sector.

Palabras clave: minicentrales, hidroelectricidad, minifundio eléctrico

The hydroelectrical minicentrals: from traces of past to future options? (Abstract)

From several points of view, the hydroelectrical small centrals can be a good solution to disminish the impact on the environment and it can be a mean to reduce the consumption of fossil fuels. Other opinions point out that the minicentrals are obsolete structures of low productivity, it change the biological conditions of rivers and it are instruments for increase certain economic interests enlarging the prices of electrical production.

In our paper, we will analize these questions from both points of view to show the benefits and disadvantages of the remaining of minicentrals, alone or combinated with other renevable energies, with special attention to the hydroelectrical structure in Catalonia as in the future of sector.

Key words: small centrals, hydroelectricity, electrical minifundism

Las actuales condiciones en la producción de electricidad mantienen algunas similitudes con lo que sucedió en los años iniciales del siglo XX. También como entonces, se están produciendo movimientos económicos y tecnológicos que pueden derivar en nuevas formas de aprovechamiento energético. En las primeras décadas del siglo XX, se pasó de un proceso de producción de electricidad que, con frase certera, se ha calificado como "minifundio eléctrico"[1] al proceso actual de concentración de medios de producción y de capitales a partir del funcionamiento de unas pocas estructuras productivas de gran tamaño que coexisten con

[1] Urteaga, 2003

una distribución en el territorio de unidades de producción de electricidad que parece retornar a los primeros tiempos de las “fábricas de luz”.

A ese doble movimiento de concentración y de dispersión nos referiremos en este trabajo. Mostraremos dicho proceso a lo que añadiremos algunas alusiones a ciertas alternativas ecológicas a las fuentes de energía fósiles. La hidroelectricidad junto a otras formas de obtención de energía, como las “granjas fotoeléctricas” y las instalaciones de energía eólica, pueden contribuir a diversificar las fuentes de energía con el objetivo de eludir el elevado grado de dependencia económica e institucional a que se encuentra sometido el sistema actual de obtención de electricidad en la mayoría de países de nuestro entorno.

Por esta razón, nuestro propósito es observar con algún detalle las opiniones contrapuestas sobre la perviviencia de las minicentrales; el papel que desempeñan en la producción de electricidad a la escala de Cataluña y las perspectivas de crecimiento del sector de las energías alternativas a las de origen fósil.

El estado de la cuestión

Voces alarmantes sobre los efectos del cambio climático han vuelto a poner de actualidad el sistema de fabricación de electricidad basado en el funcionamiento de las minicentrales hidroeléctricas por varias razones: por una parte, los repetidos avisos sobre la necesidad de utilizar fuentes alternativas a las de origen fósil, como el petróleo, el gas y el carbón, con el objetivo de retrasar su previsible agotamiento y su progresivo encarecimiento. Su carácter de recursos no renovables y las crecientes dificultades técnicas para su abtención, encarecen constantemente los procesos de producción de electricidad. Son conocidas, también, las implicaciones geopolíticas que se producen en ciertos países productores de gas natural y petróleo relacionadas con la concentración de reservas en unas pocas zonas del globo.

Paralelamente, el uso creciente de combustibles fósiles que se produce en las ciudades está directamente vinculado al deterioro del medio urbano. Ante esto, y con el objetivo de disminuir los impactos ambientales y lograr un crecimiento sostenible, se ha intensificado el estudio de diferentes formas de utilización de energías que permitan acelerar la sustitución de esas fuentes.

En la 21ª *Conference of Parties*, (*COP*, 2015), de París, se puso de relieve que, a escala global, con más de la mitad de la población mundial viviendo en las ciudades, que consumen dos tercios del total de la energia relacionada con las emisiones de dióxido de carbono, la huella ecológica (el deterioro del medio ambiente) sobre todo en las áreas urbanas, crecerá todavía más en el futuro; se calcula que al mismo ritmo que el proceso de urbanización y de la actividad econòmica que se desarrolla en las ciudades[2]. Ante el nulo crecimiento actual de la gran hidroelectricidad y ante una situación en que las dificultades de aprovisionamiento de materias primas de origen fósil tienen perspectivas de aumentar, la proliferación de minicentrales hidroeléctricas, solas o en combinación con otras fuentes de energía no contaminantes –fotoeléctrica y eólica- podrian aportar una parte de la solución. Hoy por hoy, estas tres fuentes de energía son todavía minoritarias y difícilmente podrán sustituir a corto plazo las de origen fósil preferentemente utilizadas a escala global junto a la energía procedente de la fisión nuclear.

[2] http://www.cop21paris.org/about/cop21

Tampoco parece que ese proceso de sustitución se pueda producir a corto plazo en Cataluña por varias razones. Por un lado, la tecnología aplicada al aprovechamiento de la energía solar o a la energía eólica todavía tiene un largo recorrido hasta alcanzar la eficiencia plena; Por otro, la producción de electricidad por medio de la energía cinética del agua se enfrenta al freno que supone la excesiva sobreexplotación de ciertos ríos de la cuenca mediterránea, sometida a unas condiciones climáticas escasamente propicias a la utilización masiva.

Desde el punto de vista de la biología, se nos recuerda que el equilibrio de los ríos se debe de mantener dentro de ciertos límites. El impacto que experimentan los acuíferos y la fauna en ríos de escaso caudal implica la idea de limitar la proliferación de las minicentrales. Algunas opiniones avisan sobre las dificultades que ocasionan. Según éstas, las minicentrales hidroeléctricas existentes en la actualidad son "un gran negocio" para sus propietarios, ya que su funcionamiento se ve favorecido en la mayoría de países europeos por las subvenciones estatales, pero su volumen de producción no compensa el coste ambiental[3].

Desde el campo de la economía, las opiniones están divididas debido a las variables que pesan sobre la hidroelecticidad en general y, especialmente, sobre la producción de las minicentrales. Hay quien afirma que es conveniente mantenerlas en funcionamiento y se aboga por la expansión de la producción hidroeléctrica por medio de éstas, sobre todo para no encarecer más la factura de los combustibles fósiles. Pero desde que se han producido los recortes presupuestarios de los últimos años, las perspectivas de las minicentrales se han visto comprometidas. No sólo porque su funcionamiento tiene que estar subvencionado sino porque, además, el coste tanto para la rehabilitación de antiguas centrales en desuso como para la construcción de nuevas es inversamente proporcional al tamaño y a la potencia instalada.

No se debe dejar de lado otro sector que está en competencia directa con el de la producción de electricidad por medios hidráulicos, la agricultura que ya desde siglos atrás debió enfrentarse a los intereses económicos de ciertos sectores proto-industriales por el aprovechamiento de un recurso escaso como el agua[4]; y que más recientemente, en los inicios de la hidroelectricidad, debió rivalizar con las exigencias del nuevo sistema de utilización de la energía hidráulica. Esa limitación de los recursos hidráulicos es una de las razones de que la producción de electricidad que había estado vinculada al carbón, primero, y muy pronto a la disponibilidad de agua, debiese derivar al gas o el petróleo.

Desde este punto de vista, no parece, pues, que mantener las minicentrales en actividad sea una buena opción; pero todas las opiniones coinciden en el objetivo de eliminar costes innecesarios –tanto ecológicos como económicos- para la fabricación de electricidad.

El cambio climático y las nuevas / antiguas fuentes de energía

El cambio climático y el calentamiento global han propiciado el interès por antiguas tecnologias limpias y por su aprovechamiento más eficiente. Es el caso de centenares minicentrales hidráulicas abandonadas que se están poniendo de nuevo en funcionamiento para produir electricidad con el propósito de iniciar un proceso de transición hacia la

[3] Fuente: Narcís Prat, catedrático de Ecología de la UB, fluviólogo y discípulo de Ramón Margalef. Entrevista de Lluís Amiguet en *La Vanguardia* ("La Contra", 31 de agosto de 2016).

[4] A este respecto es conveniente recordar los conflictos entre regantes y molineros en el siglo XVIII en España por el acceso a un recurso escaso como el agua. Entonces no se trataba de la fabricación de electricidad, pero sí del choque de dos actividades, una de ellas de carácter proto-industrial. Véase Capel, 2002.

sostenibilidad y rebajar las cotas de calentamiento del planeta, que afecta esencialmente a las áreas urbanas.

Las ciudades se encuentran entre los primeros defensores de oponer algún tipo de barrera a la contaminación creciente del espacio urbano: Se prevé que por encima de un índice sintético que se conoce como 2SD (2*Scenario Degree*) que significa que si se elevase la temperatura media del Planeta dos grados por encima de la actual los problemas derivados del calentamiento global serian insalvables[5]. Y cabe recordar que las anunciadas dificultades de aprovisionamiento esencialmente de petróleo y de gas, han dado lugar a lo que se conoce desde hace bastantes años como la teoría del *Peak Oil*[6], sobre lo que ya existe abundante bibliografía[7] y según la cual, ya se habría llegado a un punto en que progresivamente será más caro y más difícil obtener beneficios de esas fuentes energéticas.

Lo estamos comprobando en la actualidad con los ensayos de extracción de petróleo a partir del aprovechamiento de los llamados hidrocarburos no convencionales (esquisto, metano, arenas asfálticas…) que tampoco parece que sean la solución; pero cuya obtención incrementa el impacto ambiental, y son de más cara extracción que la de las fuentes de energía fósiles conocidas[8].

En realidad, "los combustibles fósiles son un capital que estamos dilapidando a gran velocidad y que sólo habrá sido aprovechado durante una pequeña fracción del tiempo que se necesitó para acumularlo"[9]. También se ha afirmado que "estamos quemando Picassos para calentarnos". O, como señaló el geólogo Richard C. Duncan en su conocido y apocalíptico artículo 'The Peak of World Oil Production and the Road to the Olduvai Gorge', la época del petróleo no dejará de ser "una anomalía histórica" a partir de la que deberemos volver a la prehistoria[10].

Por otro lado, ya se ha observado que la energía derivada de la fisión nuclear conserva todo su potencial de riesgo. Las clausuras escalonadas de numerosas centrales nucleares de nuestro entorno parecen confirmar que a pesar de su elevada rentabilidad son más los riesgos futuros a los que nos enfrentamos que los beneficios derivados de una energía abundante y barata.

La solución, según numerosos estudios pasa por la generación de electricidad a partir de la utilización de las energías "limpias" –eólica, solar, esencialmente y, por supuesto, la más utilizada desde épocas anteriores, la energía hidráulica- así como por el estudio del aprovechamiento de otras fuentes de energía alternativas, como la biomasa, la energía geotérmica o la derivada de la fuerza de las mareas, por citar energías sobre las que se cuenta ya con un elevado volumen de estudios.

---

[5] *Energy Technology Perspectives* 2016 cuyo sugerente subtitulo es *Towards Sustainable Urban Energy Systems*

[6] Uno de los primeros científicos que se fijó en estas cuestiones fue Marion Hubbert King con, entre otros, su artículo 'Los recursos energéticos de la Tierra', publicado en *Scientific American*, nº 22, 1971 y reproducido por Alianza Editorial, 1975; 1979.

[7] Véase un estado de la cuestión sobre esos aspectos en Arroyo, 2008.

[8] Según el profesor Mariano Marzo, el deterioro del balance energético, medido por la relación entre la energia obtenida y la utilitzada en el proceso de producción, puede llegar a ser diez veces menor que en el proceso de producción por medio de hidrocarburos convencionales.

[9] Véase Mariano Marzo, 2013

[10] Duncan, 1996

Según datos de la Agencia Internacional de la Energía, en la actualidad y a escala mundial las energías renovables son ya la mayor fuente de energía por potencia instalada[11]. De ello se hablará más extensamente al final de este artículo; de lo que nos ocuparemos ahora es de la posibilidad de que las minicentrales puedan desempeñar un papel decisivo en esa sustitución. Las tentativas en este sentido se iniciaron en el último tercio del siglo XX, y, de hecho, si no hubiese sido por la crisis económica iniciada en 2008, el futuro de las minicentrales hubiese sido mejor.

Las dècadas finales del siglo XX estuvieron marcadas por la voluntad de las administracions energéticas de dar soporte a la fabricación de electricidad a partir de minicentrales hidroeléctricas. En Cataluña, sería el *Programa de Posada en Marxa de Minicentrals Hidroelèctriques* que la Generalitat de Catalunya inició en los años 80 junto al desarrollo legislativo relacionado con la producción de energia hidroeléctrica, la entrada en vigor de la *Llei de Conservació de l'Energia* 82/80, y los posteriores decretos de régimen especial de generación eléctrica.

Con la obligatoriedad de compra de la energia producida por parte de las administraciones y unas primas económicas que subvencionaban la producción de electricidad para centrales de hasta 50MW (en dos tramos: hasta 10MW el primero y hasta 50MW el segundo con unos índices de subvención decrecientes), pareció que se podria avanzar en el cambio de orientación en la producción de energía. Este marco legal posibilitó la puesta en funcionamiento y la rehabilitación de centrales hidroeléctricas que habían estado inoperantes y en muchos casos, favoreció su incorporación e interconexión a la red general eléctrica. Se debe señalar, no obstante, que las centrales de menor tamaño se han ido abandonando gradualmente por su escasa rentabilidad. La mayoría estaban vinculadas a la electrificación de pequeños núcleos rurales o destinadas al autoconsumo industrial, esencialmente del sector textil, lo cual marca importantes diferencias respecto de las grandes centrales.

Entre ellas, además de por su potencia instalada y su volumen de producción, las grandes centrales se distinguen por la magnitud de medios económicos utilizados para acometer nuevas iniciativas y para incorporar innovaciones tecnológicas; por las posibilidades económicas de compra o fusión con otras empresas, por la capacidad de interconexión de las unidades productivas mediante las redes de distribución y por el tipo de expansión y la diferente intensidad de su impacto sobre el territorio.

No cabe duda que la construcción y la puesta en marcha de las grandes centrales hidroeléctricas en determinados emplazamientos han supuesto una agresión al paisaje, las presas se convierten en obstáculos insalvables para especies fluviales y los embalses afectan a la continuidad de los caudales, provocan erosión, e inciden en general sobre el ecosistema de la zona. Pero también han exigido inversiones importantes y, paralelamente, su concentración en unas pocas empresas, con lo que se entra en una dinámica cercana al oligopolio.

Y por otro lado, opiniones autorizadas señalan que las minicentrales pueden suponer un grave problema para la preservación de la fauna fluvial, el deterioro de las condiciones medioambientales y ocasionan una situación de *estrés* de los ríos por la explotación masiva de los caudales fluviales[12].

[11] http://www.iea.org/etp2016. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421506002606
[12] Muñoz y Prat, 1996

El *Pla Sectorial* de la Generalitat, de 2005, avisa que "El caudal o régimen de caudales de mantenimiento se ha de considerar como un pacto entre la actividad o el uso antropogénico y el mantenimiento de un estado de calidad ambiental"[13]. Esto significa que al aumentar progresivamente las detracciones de agua, decrece, también progresivamente, la calidad ambiental del sistema y se modifican las características generales del 'caudal básico de mantenimiento', que se define como aquel punto a partir del cual se produce un cambio de pendiente en el que, si se aumenta el volumen de detracciones, crece la afectación sobre el medio. En este caso, lo más seguro es que se produzca un desequilibrio del estado ecológico del caudal en cuestión[14].

Uno de los principales impactos sobre el caudal de mantenimiento de los ríos está constituido por las derivaciones de agua hacia las minicentrales. En el río Ter, por ejemplo, en el corto tramo desde su cabecera hasta el núcleo de Roda de Ter están en funcionamiento 85 minicentrales, que, según la Agència Catalana de l'Aigua, han convertido ese tramo "en un continuo *by pass*". Lo cual coincide con un estudio anterior, realizado entre 1991 y 1994 en distintos tramos del Llobregat[15]. En ese trabajo se observó los efectos que ejercen sobre la fauna fluvial las derivaciones de agua hacia las minicentrales y se demostró el agotamiento biológico de ciertos tramos de este río por esas derivaciones para abastecer de agua las minicentrales hidroeléctricas y por los periódicos cambios de intensidad del curso fluvial. Aunque una parte del agua utilizada para producir electricidad vuelve al río, otra parte se pierde, con lo que el caudal básico se empobrece.

Por otro lado, ese estudio detectó la otra razón que puede alterar las condiciones biológicas de los caudales fluviales, la contaminación producida por el vertido de residuos sólidos combinado con las fluctuaciones que se pueden producir a lo largo del año por épocas prolongadas de sequía. En ese caso, el lecho del río puede llegar a quedarse prácticamente seco, lo cual favorece la elevada concentración de partículas sólidas, fosfatos y amoníacos entre otras sustancias nocivas para las especies que intentan sobrevivir en un medio hostil.

Pero no es fácil prescindir del servicio que pueden prestar las minicentrales en el proceso de producción de electricidad, sobre todo, ante el cambio climático y el calentamiento global que ya casi nadie discute –excepto desde algunos ámbitos negacionistas - y actualmente, se debate sobre la posibilidad de limitar las descargas de agua tanto en cantidad como en frecuencia, lo cual disminuirá la operatividad de las minicentrales y supondrá más precariedad para su funcionamiento, sobre todo, para las de menor potencia instalada.

Las minicentrales, una estructura industrial atípica

Es sabido que las centrales hidroeléctricas se clasifican en función de su potencia instalada. Las de gran potencia, por encima de los 10 Megawatios (MW), como las grandes infraestructuras basadas en la utilización de caudales procedentes de pantanos y embalses de gran capacidad; las minicentrales, que cuentan con potencias entre 1MW y 10MW, y las micro centrales hidroeléctricas, de menos de 1MW de potencia instalada.

Muchas de estas pequeñas centrales hidroeléctricas, construidas en las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del XX, fueron de dos tipos esencialmente: de agua fluyente, que aprovechaban el curso en pendiente de algunos ríos, o de a pie de presa, basados en pequeños

[13] O lo que equivale al buen estado ecológico del agua según la Directiva Marco del Agua
[14] Generalitat de Catalunya. *Pla Sectorial*, 2005
[15] Muñoz y Prat, 1996

desniveles, muchos de ellos formados por medio de azudes. Algo más tarde, a esas primeras estructuras productivas se añadiría el sistema de tubería forzada, con lo que el caudal de los ríos se dirigía sin pérdidas importantes hasta esas centrales hidroeléctricas.

Con anterioridad a la fabricación de electricidad por medio del aprovechamiento de las energías fósiles, la fuerza cinética del agua fue la energía de elección, sobre todo, en los territorios de la vertiente mediterránea y en especial en Cataluña, donde no quedaría rio, canal o acequia sin sus numerosas centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño, las minicentrales, que formaban, como se ha indicado, una especie de minifundio eléctrico.

En su momento, el minifundio eléctrico se caracterizó por una estructura productiva dispersa en el territorio; por las unidades de producción de pequeño tamaño; por los bajos costes de su instalación y por su reducido volumen de fabricación de electricidad. Esta descripción se ajusta a los inicios de la industria eléctrica. Otras características fueron la producción orientada al autoconsumo de ciertas industrias y al alumbrado de ciudades. El minifundio también se identifica en sus primeros tiempos con un crecimiento económico de carácter orgánico, vinculado a la reinversión de los beneficios en la propia estructura productiva y, en muchos casos, de propiedad familiar[16].

Rápidamente, no obstante, y siguiendo los procesos de expansión del propio sistema económico, la industria hidroeléctrica evolucionaría hacia el incremento del tamaño de las unidades de producción y, en consecuencia, hacia un mayor volumen de energía producida y distribuida. Para todo ello se haría imprescindible aportar un mayor volumen de capitales, necesarios para las sucesivas ampliaciones técnicas, que serían concentrados en sociedades anónimas progresivamente de mayor dimensión económica.

El creciente tamaño de las unidades productivas y de su volumen de producción favoreció el desarrollo del alcance territorial de la electricidad, lo cual sería posible a partir de nuevas incorporaciones tecnológicas al proceso de producción. La mayor potencia de las grandes centrales hidroeléctricas generó la necesidad de contar con crecientes volúmenes de reservas de agua para obtener buenos rendimientos económicos. Esas centrales hidroeléctricas llegaron a gestionar unas infraestructuras de producción y de distribución progresivamente mayores - desde pantanos, presas o canales de derivación hasta redes de distribución, también progresivamente de mayor alcance, a las que se añadirían las necesarias estaciones transformadoras.

Las propias exigencias del mercado energético impulsaron la coexistencia de esas grandes estructuras hidroeléctricas con las estructuras productivas de pequeño volumen. En zonas donde era difícil o demasiado costoso instalar centrales de mayor tamaño, las pequeñas centrales cumplieron y cumplen la función de cubrir demandas de electricidad en las que las grandes empresas pueden no estar interesadas en atender.

En Cataluña, hasta la construcción de las grandes infraestructuras hidroeléctricas, y en función de la demanda de electricidad, las estructuras productivas de pequeño tamaño dispersas en el territorio fueron habituales en el mercado energético. Un ejemplo es el de las "fábricas de luz" o "fábricas de río" de finales del siglo XIX y mediados del siglo XX, sobre todo, en comarcas de fuerte implantación de la industria textil, como el Ripollès, el Berguedà y el Bages, especialmente, en las cuencas de los ríos Ter y Llobregat. En los años iniciales del

[16] Hemos tratado los aspectos de la propiedad de las minicentrales y el minifundio eléctrico en Arroyo, 2010.

siglo XX, las turbinas que proporcionaban energía al sector textil se reconvirtieron en minicentrales hidroeléctricas, mientras que otras minicentrales, como las situadas en el Llano de Lleida, estuvieron más vinculadas a las actividades agrícolas o el alumbrado de ciudades[17].

Mientras se construían las grandes centrales hidroeléctricas, las pequeñas centrales pudieron continuar funcionando debido a una estrategia de ocupación del territorio basada en el aprovechamiento de ciertos tramos de ríos que no eran especialmente apreciados por las grandes corporaciones. Así, pudieron subsistir hasta épocas cercanas y no acabaron de desaparecer, sino que en la actualidad parecen haber regresado. Una de las principales razones radica en el hecho de que todas ellas contaban con largos períodos de concesión, que les permitió continuar el negocio hasta épocas cercanas. Otra, los cambios de mentalidad respecto a la protección del medio ambiente, como ya se ha señalado.

Las concesiones hidráulicas

Se debe recordar que, como en la actualidad, la instalación de centrales hidroeléctricas dependió desde el principio de que se concediesen a sus promotores los "derechos de aprovechamiento" de determinados tramos de ríos. Si en los primeros tiempos sólo se otorgaban a profesionales relacionados con la explotación de los recursos hidráulicos, en la actualidad, la existencia de un cierto volumen de capital que garantice el funcionamiento de la nueva estructura eléctrica es suficiente[18].

En los primeros tiempos, las concesiones venían a ser inversiones de futuro para sus solicitantes, pues, como en la actualidad, se otorgaban por un determinado período de tiempo[19] cuya caducidad podía deberse a alguna de estas causas: el agotamiento del período de concesión; la renuncia del concesionario; la necesidad del Estado de emprender obras hidráulicas que interesasen un determinado aprovechamiento -del que el Estado se podía incautar en nombre del bien general- o porque dichas concesiones llegasen a su término sin que se hubiese llevado a cabo las obras necesarias y la instalación técnica correspondiente. En estos casos, el aprovechamiento quedaba libre y a disposición del Estado. Quien la desease explotar debería, pues, volver a solicitar la concesión[20].

Actualmente a esas condiciones se añaden dos requisitos más: la necesaria Declaración de Impacto Ambiental Favorable con el objetivo de no perjudicar el medio -y cuya tramitación puede experimentar como mínimo una demora de dos años- y los criterios de sostenibilidad, según los cuales se fija un límite al volumen de utilización de los recursos hídricos.

Si es conveniente, las minicentrales pueden incorporar su producción a la red general. La mayoría de ellas se encuentran en nuestro país en régimen de explotación especial, lo cual supone que se acogen a un régimen económico según el cual el Estado subvenciona mediante primas la continuidad de su funcionamiento. Las ventajas de esas incorporaciones son

[17] Arroyo, 2010.
[18] García Trevijano, 1955, p. 261-272.
[19] Situación diferente de la de los primeros tiempos del aprovechamiento hidráulico para fines industriales, que fueron desde a perpetuidad las primeras, luego por cien años hasta la actualidad, en que los períodos se han acortado hasta los cincuenta años.
[20] Tan inversión de futuro eran las concesiones hidráulicas que así se explica que en 1943, pròximos a su caducidad los derechos no utilizados sobre cinco tramos del río Segre, a la altura de la población de Adrall, el propietario de las mismas –el barón Ignacio de Romañà- las ofreciese a diferentes empreses hidroeléctricas, entre ellas, Fuerzas Hidroeléctricas del Segre y la Cooperativa de Fluido Eléctrico. Esta última empresa las compró pero tampoco las utilizó (Arroyo, 2010).

numerosas, entre ellas, la capacidad de las minicentrales para cubrir los “picos de demanda” y evitar el encarecimiento puntual de la electricidad en épocas de incremento del precio de los combustibles fósiles.

Los propietarios de las minicentrales de los inicios se beneficiaron no tanto de subvenciones estatales, como en la actualidad, sino de buenos contactos políticos que permitiesen agilizar los trámites necesarios para obtener las concesiones e iniciar las actividades. Contactos políticos y el concurso de profesionales cualificados, como ingenieros industriales[21], a los que por sus conocimientos se les suponía la capacidad técnica para explotar los recursos fluviales.

En zonas de alta y media montaña, se aprovecharon los caudales de ciertos ríos con un potencial suficiente para mantener pequeñas centrales en funcionamiento. Esas minicentrales, situadas sobre afluentes de ríos mayores, no vieron afectados los caudales que recibían por la construcción de las grandes obras hidráulicas y todavía en la actualidad perviven como vestigios del pasado.

La reconversión de estructuras productivas

Se tiene noticia de algunos molinos que fueron reconvertidos en las primeras décadas del siglo XX. Por ejemplo, se sabe que desde el siglo XVI existía en el municipio de Altrón, en el Pallars Sobirà, un molino harinero conocido como Mola (o Molí) de Sall. Ese molino, situado sobre el río Sall, afluente del Noguera Pallaresa que discurre por el Valle de Àssua, sería transformado en minicentral en 1924 para lo que se solicitaría la correspondiente concesión. Mediante una turbina y una dínamo abastecería de electricidad una aserradora y en 1957, la empresa FECSA se mostró interesada en actualizar la instalación, pero finalmente se desestimó el proyecto y en lugar de ello, se optó por rehabilitar otra minicentral hidroeléctrica cercana existente en el curso del río Sant Antoni, también afluente del Noguera Pallaresa, entre los municipios de Sort y Rialp, que en la actualidad suministra electricidad a dichos municipio y a algunos de su entorno[22].

Igualmente, cabe destacar como vestigio del pasado la única aserradora hidráulica en funcionamiento de las dos que existen en la actualidad en Cataluña. Está situada en el municipio de Alins en la Vall Ferrera sobre el río Cardós, asimismo afluente del Noguera Pallaresa. Esta aserradora comparte el edificio en que se halla instalada con un antiguo molino harinero. En la década de los años 1920, también se reconvirtió en minicentral para suministrar electricidad al propio municipio de Alins y a otros de la Vall d’Àreu. Actualmente, aún suministra electricidad a algunas industrias cercanas, además del molino harinero y la serrería ya citados[23].

A diferencia de las escasas necesidades de agua de éstas y otras minicentrales, la construcción de algunos pantanos y centrales sobre el Noguera Pallaresa, como los de Sant Llorenç de Montgai o el de Sant Antoni; o sobre el Segre, como Camarasa, exigió volúmenes importantes de caudales hidráulicos y dejó sin recursos a algunas de las minicentrales situadas aguas abajo sobre el propio Segre o sobre el Canal de Urgell. Las numerosas minicentrales existentes

[21] Recuérdese que la Escuela Industrial de Barcelona inició sus actividades en 1851y que la de Ingenieros de Puentes y Caminos de Madrid –fundada en 1802- fue durante algunos años la única escuela que podía otorgar el título de ingeniero de esas disciplinas. Véase en Guillermo Lusa, la historia de la fundación de la Escuela Industrial de Barcelona.
[22] http://www.turisrialp.cat/web/cultura/mola-de-sall/
[23] http://mnactec.cat/150elements/index.php/company/serradora-i-moli-fariner-dareu/

vieron así disminuidas sus disponibilidades de agua para su funcionamiento, lo cual produjo algunos conflictos entre empresas. También los regantes tuvieron sus dificultades cuando se inició la producción hidroeléctrica de las grandes estructuras, ya que según las épocas del año y las horas del día, la disponibilidad de agua para el riego se veía sensiblemente disminuída.

A pesar de que muchas minicentrales cumplieron la función de aprovechar la fuerza cinética de algunos ríos y canales, las propias características del negocio -cuya tendencia al crecimiento constante es notoria- harían que los propietarios de muchas de ellas se enfrentasen a la disyuntiva de aumentar la potencia de sus instalaciones, con el consiguiente dispendio, o cerrarlas. Ante esta situación, muchas propietarios las hubiesen vendido gustosamente por los escasos beneficios que les proporcionaba la fabricación y distribución de electricidad; pero su venta estaba sujeta al cumplimiento de las condiciones que no permitían dejar desprovisto un mercado de carácter local. No era fácil encontrar una empresa que las gestionase y no perdiese dinero.

La gestión de las minicentrales

Lo puede demostrar la especie de peregrinaje que experimentaron las veinte minicentrales resultantes de diferentes procesos de fusión y disgregación desarrollados en las décadas finales del siglo XX, y que en la actualidad se encuentran repartidas y en funcionamiento en las comarcas del Bages, del Berguedà y del Ripollès. Cuando, en diciembre 1989, los propietarios de una de las empresas que mayor número de minicentrales gestionaba, Fuerzas Hidroeléctricas del Segre, decidieron deshacerse del negocio eléctrico, la empresa FECSA (actualmente ENEL), agregó a su capital social varias minicentrales de esa empresa que no alcanzaban los 5.000kW de potencia instalada, además de la central hidroeléctrica de Oliana, sobre el Segre.

Las minicentrales de Fuerzas Hidroeléctricas del Segre que ese año se incorporaron al capital de FECSA fueron seis: dos en el Bages (Les Marcetes y el Cairat, ésta en la Colonia Sedó y una de las más antiguas, construida en 1878); dos más en el Berguedà (las centrales del Pendís y de Bagà, ambas sobre el rio Bastareny, afluente del Llobregat)[24]; una en el Alto Ribagorza (la de Castillonroy sobre el Noguera Ribagorzana) y otra más en el Pallars Jussà (la de Ponts, sobre el Noguera Pallaresa). Esas seis minicentrales vinieron a añadirse a las seis minicentrales que desde 1951 eran ya de propiedad de FECSA por la incorporación de la Sociedad Hidráulica del Freser a dicha empresa. Esas otras seis minicentrales, situadas en el valle de Núria, sobre el río Freser, eran: Freser Superior y Freser Inferior, ambas interconectadas e inauguradas en 1907, y las centrales de Daiò, del Molino, de Rialb y de Ribes, construidas con anterioridad a 1929[25]. Se debe indicar que todas ellas continúan en activo actualmente[26].

Además, FECSA incorporaría a este grupo de minicentrales la de Guardiola de Berguedà, sobre el Llobregat, que ya pertenecía a la empresa también desde 1951, y seis minicentrales más que habian pertenecido a distintos propietarios particulares de los que, de momento, no se

[24] Arroyo, 2016
[25] Alayo, 2010
[26] La Sociedad Hidráulica del Freser fue una de las primeres empreses eléctricas españolas fundada en Bilbao en 1901 para explotar las concesiones que sobre la cuenca superior del Freser tenia el empresario vasco Ramón de Madariaga[26]. Su objetivo era el de extender el alumbrado eléctrico a las poblaciones de Vic, Ripoll, Ribas y a núcleos dispersos de la comarca mediante derivaciones en la trayectoria de las redes de distribución. (Cabana, en AA.VV, *op. cit.*)

tiene otra noticia sino que tres estan situadas en la Vall Fosca, una más en Sant Llorenç, otra en La Pobla de Segur y aún incoporaría la de L'Ametlla de Merola y la minicentral de la fábrica textil de Viladomiu, en Gironella[27].

A los pocos meses, en febrero de 1990, FECSA se desprendería de todas esas minicentrales que iniciarían un largo periplo en busca de propietarios. En principio, engrosaron el capital de la empresa dependiente de capital francés, Caedata, creada en 1988 con el objetivo de dedicarse a la explotación de la energia hidroelèctrica. Se sabe que esta empresa, con intereses económicos en Productora Eléctrica Urgelense, de la Seu d'Urgell, es también fabricante de material eléctrico; pero en 1991, una reestracturación de dicha empresa la llevaria a convertirse en Hidrodata S.A., y quedaría vinculada a una de las empresas hidroelèctricas más antiguas de España, la Electra del Viesgo, fundada en 1906[28].

En el proceso de reestructuración que se desarrolló en el sector eléctrico en los años 1990, muchas empresas de tamaño mediano y con alcance regional pasarían a formar parte de conglomerados mayores. Hidrodata, que estaba gestionada por Hidroges (Construcciones Hidráulicas), de Barcelona[29], terminaría por ser administrada, desde 2012, por la empresa radicada en Madrid Plenium Partners. Según datos de esta última empresa, en 2014 preparaba su salida a bolsa como empresa de capital riesgo y es copartícipe de numerosas empresas dedicadas a las energias renovables, entre ellas, la hidroelectricidad. La producción de las empresas que gestiona Plenium Partners alcanza en conjunto los 961 MW, a partir del aprovechamiento de ésta y otras fuentes de energia, como la solar, la termal o la energia eòlica. Según la información proporcionada por la empresa, el valor de su mercado eléctrico supera los 2.250.000 euros[30].

Todos estos traspasos parecen indicar que las minicentrales son objeto de atención de algunas empresas dedicadas a la producción de electricidad no necesariamente vonculadas a las grandes corporaciones; y se podría suponer, también, que en el sector de la electricidad se producen movimientos de exploración en busca de alternativas a la situación actual.

A continuación, veremos con algún detalle la estructura de centrales hidroeléctricas existentes en Cataluña que puede ilustrar sobre lo que se ha explicado y se observará que en las actuales condiciones tecnológicas, las posibilidades de incrmentar la utilización de la energía hidráulica son escasamente mejorables.

La estructura actual de centrales hidroeléctricas en Cataluña

Se debe indicar que la gestión de los ríos catalanes depende de dos organismos diferentes: la Confederación Hidrográfica del Ebro[31] (CHE) que gestiona los ríos Segre, los dos Nogueras y el Flamisell, y l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), que se encarga de la gestión de las cuencas internas (Ter, Llobregat, Cardener, Besòs, Muga, Freser…). Según la zona en que se

[27] Información que agradecemos a don Joan Pons Franch, que en la actualidad todavía tiene a su cargo la supervisión del funcionamiento de las centrales cuya trayectoria explicamos.
[28] Actualmente la Electra del Viesgo está orientada hacia la obtención de electricidad por medio de energías renovables. En la provincia de Tarragona gestiona el Parque eólico dels Ports. Véase Bartolomé, 2007.
[29] Ver también AA.VV., 2006. *op cit.*p.77
[30] http://www.elconfidencial.com/ultima-hora-en-vivo/2013-12-30/fcc-vende-el-51-de-su-division-de-energia-y-reduce-su-deuda-en-763-millones_134634/
[31] La Confederación Hidrográfica del Ebro gestiona los ríos catalanes de la cuenca del Segre, mientras que la Agencia Catalana del Agua administra los caudales de las "cuencas internas" (Llobregat, Ter, Freser, Besòs, Cardener, Muga, Francolí, etc.).

encuentren localizadas, la estructura de centrales hidroeléctricas existentes en Cataluña presenta algunas diferencias significativas que conviene señalar (figura 1).

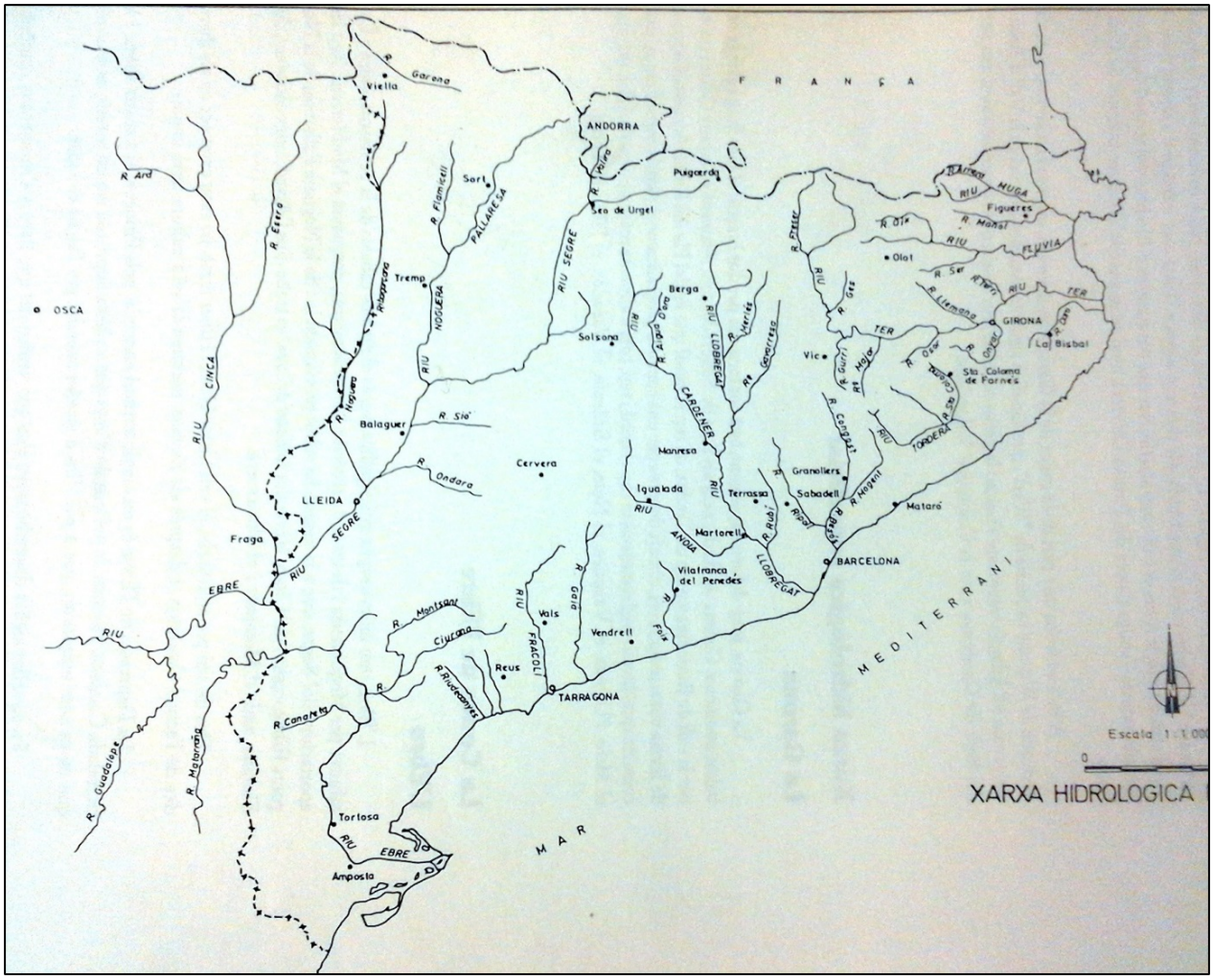


Figura 1. Mapa de la red hidrológica de Cataluña
Fuente: Latorre Piedrafita, 1995.

En la actualidad (2017), las centrales hidroeléctricas existentes en Cataluña –en funcionamiento o inactivas- suman un total de 543 que se distribuyen de la siguiente manera: En las cuencas internas[32], existen un total de 410 centrales de las que 248 se encuentran operativas y 162 inactivas, sin duda, debido a la escasa productividad de muchas de ellas[33]. En las cuencas dependientes de la Confederación Hidrográfica del Ebro, hay 133 y de éstas, 20 permanecen inactivas[34], seguramente en espera de tiempos mejores.

Como dato adicional, debemos señalar que en 1995[35], se contabilizaban en las cuencas internas de Cataluña 165 centrales de pequeño tamaño, cifra que en 2008 –justamente antes del cese de las subvenciones- ascendió a 239 minicentrales cuya potencia instalada total alcanzaba los 197MW. En conjunto, su producción eléctrica sobrepasaba por entonces los

[32] Agència Catalana de l'Aigua. *Dades CHSv1*
[33] Las potencias instaladas de esas centrales oscilaban entre los 40kW y los 400kW (ACA, 2017).
[34] Cifras de la CHE, Apendice A. *Listado de centrales hidroeléctricas* 2009.
[35] Latorre Piedrafita, 1995

500GW equivalentes al 15 por ciento de la producción eléctrica de Cataluña[36], que no es una cantidad despreciable.

Cuadro 1
Evolución del número de minicentrales en las cuencas internas de Cataluña

Año	Número de centrales
1995	165
2008	239
2017	248

Fuente: Latorre Piedrafita, 1995; Agència Catalana de l'Aigua, 2009 y 2017

A pesar de las restricciones, el número total de minicentrales se ha incrementado ligeramente en los últimos años; pero también se puede observar que el elevado número de minicentrales inactivas en las cuencas internas supone un indicador de que su potencia instalada no supera los mínimos exigibles para su rentabilidad (cuadro 2).

Cuadro 2
Número total de centrales (operativas e inactivas) en Cataluña (2017)

	ACA	CHE	TOTALES
Total centrales	410	133	**543**
Operativas	248	113	361
Inactivas	162	20	182

Fuente: Agència Catalana de l'Aigua, 2017 y Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009

Las diferencias en la potencia instalada es un dato a tener en cuenta. Para las 113 centrales en funcionamiento dependientes de la Confederación Hidrográfica del Ebro dicho valor se eleva a 2.023.348kW, lo cual significa una potencia media de 17.905,7kW por central. El total de electricidad producida por esas centrales hidroeléctricas situadas en los ríos catalanes, (algo más del 9 por ciento de la produción de electricidad) corresponde a centrales hidráulicas de menos de 10MW, mientras que la potencia instalada total de las centrales de las cuencas internas suma 352.960kW, con una media de 1.423kW por central, cifras muy inferiores a las de las centrales dependientes de la CHE.

La relación entre el número de centrales de ambas cuencas y la potencia instalada permite afirmar que con menos centrales se consigue más potencia, lo cual está vinculado a dos circunstancias: una, relacionada con los caudales fluviales, más constantes y abundantes en los ríos dependientes de la Confederación Hidrográfica del Ebro (cuadro 3) y la otra, el régimen de propiedad de las estructuras productivas.

El hecho que las grandes centrales de esa zona dependan de la empresa estatal ENEL es un factor a tener en cuenta; mientras que, excepto las dos centrales de gran potencia de las cuencas internas –Sau y Susqueda-, la mayoría de las minicentrales hidroeléctricas que gestiona la Agència Catalana de l'Aigua, pertenecen a propietarios particulares, entre los que se cuentan numerosos ayuntamientos de las zonas altas del Pirineo que en caso contrario no disfrutarían de electricidad, industrias privadas así como hermandades agrícolas que, en ocasiones, pueden revender el superávit.

[36] Agència Catalana de l'Aigua, 2 de mayo de 2016.

Estas diferencias en la propiedad permiten suponer que las inversiones necesarias para la modernización de las centrales de las cuencas internas o no se incorporan o se incorporan en un muy bajo nivel y explica la clausura continuada de minicentrales en las cuencas internas, la mayoría de cuyos propietarios necesitan obtener rentabilidad de su gestión[37], lo que tal vez no es perentorio para las empresas estatales, que pueden esperar tiempos mejores.

Cuadro 3
Las centrales hidroeléctricas operativas en Cataluña según potencia instalada (2017)

	CUENCAS INTERNAS (ACA)		DEPENDIENTES DE LA CHE		TOTAL POTENCIA INSTALADA ACA (kW)	TOTAL POTENCIA INSTALADA CHE (kW)	TOTAL POTENCIA INSTALADA ACA+CHE		TOTAL EN CATALUÑA (ACA + CHE)
	<10MW	>10MW	<10MW	>10MW			<10MW	>10MW	
Centrales operativas	246	2	77	36			323	38	
Total centrales operativas	**248**		**113**						**361**
potencia instalada (kW)	203.760	149.200	151.578	1.871.770	**352.960**	**2.023.348**	355.338	2.020.970	**2.376.308**
potencia instalada por central (kW)	828,3	74.600	1.968	51.993,6	**1.423,2**	**17.905,7**			**6.582,6**

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (2009) y Agència Catalana de l'Aigua (2017)

Puede ser ilustrativo el dato de la potencia media instalada correspondiente a las centrales de menos de 10MW. En las minicentrales gestionadas por la CHE esa cifra se eleva a 1.968kW, mientras que para las situadas en las cuencas internas, es de 828,3kW por central. También es significativo que del total de la potencia instalada en las centrales de ambas cuencas, el 88 por ciento de la potencia instalada en Cataluña corresponde a las centrales dependientes de la CHE y sólo el 12 por ciento corresponde a la de las centrales de las cuencas internas.

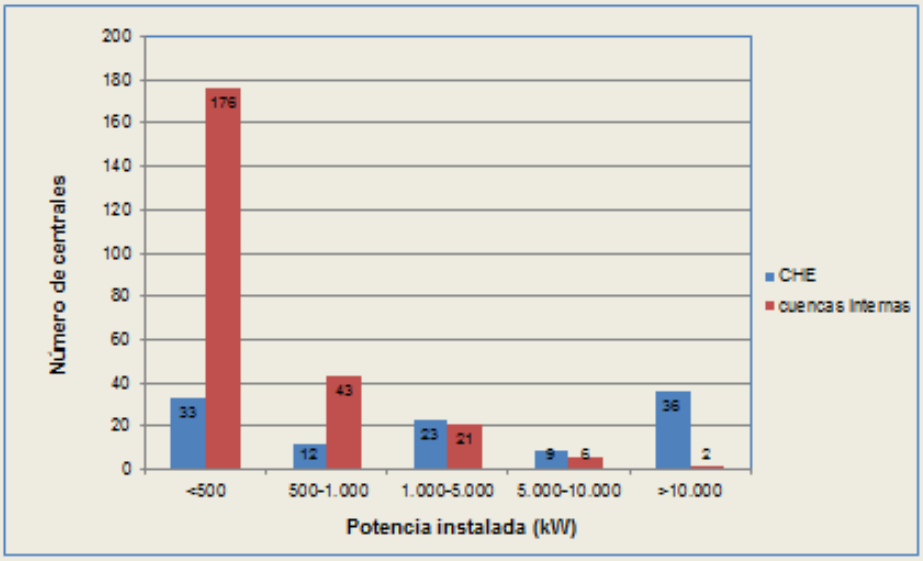
Observamos dos cuestiones cruciales: por un lado, el régimen de subvenciones ha permitido mantener en funcionamiento ciertas estructuras de producción cuya continuidad puede ser problemática a corto plazo; por otro, que por debajo de un cierto nivel de potencia instalada, disminuyen las posibilidades de rentabilizar las inversiones y, en consecuencia, la alternativa es dejarlas inactivas[38].

[37] Una de las razones que podrían explicar la clausura de muchas minicentrales está relacionada con los cambios en el sector textil –mayoritario en Cataluña hasta hace relativamente poco tiempo- cuya produción se ha derivado en estos últimos años a países asiáticos

[38] Los datos de 2008 eran ligeramente diferentes. Ese año, las cuencas internas catalanas agrupaban un total de 345 centrales hidráulicas de menos de 5MW, de las que 302 estaban en funcionamiento y 43 estaban inactivas. La potencia total instalada alcanzaba los 278,6MW de la que 273,1MW correspondían a centrales en funcionamiento y 5,5MW correspondían a centrales inactivas (datos del Institut Català de l'Energia, 2008). Parece que con una cifra inferior a los 250kW de potencia instalada, las minicentrales son dificilmente rentables,

Por último, si se observa el número total de centrales de ambas cuencas y su clasificación por tramos de potencia instalada, las diferencias son bien evidentes. La representación de la situación actual puede ofrecer una idea aproximada de las posibilidades reales de la producción de electricidad por medio de la energía hidráulica en Cataluña (figura 2).

Figura 2
Número de centrales hidroeléctricas activas en Cataluña clasificadas por tramos de potencia instalada, 2017



Fuente: Elaboración propia a partir datos Agència Catalana de l'Aigua, 2017 y Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009

El futuro de las minicentrales

Las cifras que hemos mostrado presentan un futuro escasamente optimista para la pervivencia de las minicentrales, al menos para las de propiedad no estatal. Según el Instituto para la Diversificación y para el Ahorro de Energía (IDAE) las posibilidades de desarrollo de las minicentrales han llegado a un tope dificilmente superable a no ser que se introduzcan innovaciones tecnológicas que las hagan más eficientes. Obsérvese, también, la evolución que ha experimentado la instalación de energía hidráulica en España durante los últimos años en comparación con otras fuentes de energía alternativas.

Una vía para potenciar la utilidad de las minicentrales sería la combinación de su producción con otras fuentes de energía, como la eólica y la solar, esencialmente; pero con el inicio de la crisis también estas dos fuentes de energía vieron mermadas sus posibilidades de crecimiento a partir de 2007 y 2008 respectivamente. El repunte de 2013 para la energía hidroeléctrica corresponde sin duda a la entrada en funcionamiento de la central de Santo Estevo II construida por Iberdrola en la cuenca del Sil; por lo demás, la tendencia al estancamiento ha sido general (cuadro 4).

---

sobre todo, si han de afrontar ampliaciones. Hubiese sido muy trabajoso obtener la mayoría de datos que manejamos en este apartado sin la inesetimable ayuda de la Agència Catalana de l'Aigua y en especial del ingeniero de dicha agencia, Arnau Cangros Alonso, a quien damos las gracias por facilitarnos el acceso a dichas informaciones.

Cuadro 4.
Evolución de la potencia eléctrica instalada anualmente (kW) en España

	Biogás	Biomasa	Energía Marina	Eólica	Hidraúlica	Instalaciones Mixtas	Residuos	Solar Fotovoltaica	Solar Termo-eléctrica	TOTAL
2000	4.964	6.365	0	821.859	42.867	66	0	1.969	0	878.091
2001	6.976	22.148	0	990.342	62.204	296	50.000	1.871	0	1.133.837
2002	19.268	74.484	0	1.610.156	36.333	482	5.760	4.620	0	1.751.103
2003	53.393	40.962	0	1.294.806	33.540	271	0	7.290	0	1.430.262
2004	12.745	8.400	0	2.000.685	61.490	223	26.000	12.624	0	2.122.167
2005	9.649	8.040	0	1.625.701	63.799	218	0	24.284	0	1.731.692
2006	10.223	40.292	0	1.741.543	94.376	152	9.934	104.565	11.000	2.012.085
2007	4.997	0	0	**3.124.387**	55.931	85	0	567.960	0	3.753.360
2008	14.188	672	0	1.828.335	76.273	184	0	**2.717.636**	49.900	4.687.188
2009	18.551	127.499	0	2.612.603	42.618	237	0	95.171	221.380	3.118.060
2010	14.894	43.173	0	1.413.773	27.074	122	33.600	453.858	449.600	2.436.095
2011	16.822	17.700	296	854.782	4.827	173	51.829	418.537	416.700	1.781.666
2012	9.134	76.945	0	1.259.517	10.954	16.325	0	287.867	851.400	2.512.141
2013	2.427	17.024	0	169.368	**252.283**	45	0	121.275	299.600	862.022
2014	3.310	20.000	0	16.266	503	1	0	1.404	50	53.034
2015	0	0	0	5.693	5.425	160	0	2.277	0	13.555

Fuente: IDAE,datos provisionales a junio de 2016

También son significativos los menores incrementos de potencia que se preveían en 2011 para las centrales de menos de 10MW y de 10 a 50MW, que están vinculados a factores de carácter biológico, económico –esencialmente- y ambientales, en un escenario que no permite albergar grandes espenzas (cuadro 5). Aparte de ello, es de suponer que las corporaciones mayores frenarán el crecimiento de una competencia poco aconsejable para sus intereses. Obsérvese que el mayor incremento previsto es el correspondiente a bombeo puro, mientras que para la producción hidráulica el incremento previsto es menor.

Cuadro 5.
Potencial a desarrollar en escenario óptimo para 2020 en España (MW)

	Potencia desarrollada	Incremento	Previsión
Hidráulica >50MW	10.900	1.000	11.900
Bombeo puro	2.700	6.500	8.850
Hidráulica (10-50MW)	3.100	500	3.600
Minihidráulica (<10MW)	1.900	700	2.600
Total	**18.600**	**8.250**	**26.950**

Fuente: IDAE, *Plan de previsiones 2010-2020*, Madrid, 2011

Se ha indicado que una cuestión que ha pesado sobre el desarrollo de las minicentrales en particular, y sobre todas las fuentes de energía de carácter renovable, está en relación con las condiciones económicas. Ya se ha señalado que el régimen de subvenciones cesó bruscamente con la crisis de 2008-2014. Y también se ha mostrado un cierto declive del número de centrales hidroeléctricas, sobre todo, del de las de menor potencia instalada.

Precisamente en 2008, se preveía que para el año 2015 entrasen en funcionamiento en Cataluña 51 nuevos aprovechamientos a partir de minicentrales hidráulicas, nuevas o rehabilitadas, con una potencia conjunta de 73,3MW, lo que hubiese supuesto un incremento de la potencia instalada en un 4,5 por ciento y la producció elèctrica en un 9,6 por ciento[39].

Es bien conocido que estas previsiones no se han cumplido. De todas formas, lo que parece seguro es que no se considera acometer nuevas ampliaciones de la producción de esas minicentrales[40]. Con cifras del año 2017, la cruda realidad es que en el territorio de Cataluña pervive un elevado número de centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño a las que se debería de subvencionar para evitar su desaparición.

Se ha afirmado que, sobre todo en épocas de encarecimiento de los combustibles fósiles, las fuentes de energía renovables pueden ayudar a paliar el aumento del precio de la electricidad. Ciertamente, los costes de inversión en centrales de agua fluyente son inversamente proporcionales a la potencia instalada[41], pero, como se ha dicho, no dejan de ser una cobertura para los picos de demanda; es decir, las minicentrales pueden desempeñar un papel importante como suplemento a la gran hidroelectricidad y, con ésta, tal vez puedan llegar a suplir los combustibles fósiles[42]. Pero serán necesarias mayores inversiones en tecnología, que es la principal recomendación de la Agencia Internacional de la Energía.

Dicha Agencia advierte en su informe de 2016 que la capacidad de explotación de los caudales hídricos en Europa está a la mitad de sus posibilidades y en el mismo se asegura que con la introducción de innovaciones tecnológicas -que deberían dotar de mayor eficiencia al proceso de fabricación de electricidad- se podría doblar la capacidad de producción de las centrales hidroeléctricas, grandes y pequeñas; sin duda, a costa de un mayor volumen de inversión[43].

La diversificación de energías alternativas para fabricar electricidad debería poder ser una salida ecológica y racional a todo ello. Pero no es fácil. Uno de los sectores que más se enfrenta a las minicentrales y su producción de electricidad es el relacionado con la agricultura. Ya se ha explicado que los conflictos por el agua tienen una larga tradición. El otro es el del suministro de agua para las ciudades. No sólo las minicentrales deben enfrentarse a los intereses de los regantes sino que, además, compiten con las necesidades de agua potable desde el ámbito urbano.

Y éste no deja de ser otro de los frenos al desarrollo de la hidroelectricidad y uno de los principales obstáculos para la pervivencia de las minicentrales. Como se mostró en el *Plan Catalunya*, de Victoriano Muñoz Oms, de 1958, el problema esencial en Cataluña es la carestía periódica que se produce respecto del agua potable. Recuérdese que hace bien pocos años se especuló con la posibilidad de transportar agua en camiones cisterna a las ciudades

[39] IDAE, *Informe* 2011.

[40] Listado de centrales hidroeléctricas de la cuenca del Ebro incluido en el Plan Hidrológico 2010-2015 en http://www.chebro.es/

[41] IDAE, *Plan de Energías Renovables 2011-20.* 2011, p. 323 y ss.

[42] A propósito de los recortes presupuestarios, el caso de los regantes del Alto Aragón es digno de ser reseñado. Desde los años noventa del siglo pasado, distintas uniones de regantes habían creado su propia red de pequeñas centrales hidroeléctricas. Se instaló un número superior a las 15 unidades de producción que, mediante la fuerza del agua, en primer lugar, fabricaban electricidad que luego comercializaban. Después de ello, podían utilitzar el agua convenientemente bombeada, para regar, con lo que el aprovechamiento era doble. En la actualidad, todas esas minicentrales están gestionadas por Confederación Hidrográfica del Ebro.

[43] Véase https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-hydropower.html y http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf

del cinturón de Barcelona, y los esfuerzos efectuados por acelerar la construcción de plantas potabilizadoras de agua del mar, por no señalar los intentos de trasvase de agua del Ródano.

Las posibilidades de desarrollo de las energías renovables

Como para las minicentrales hidroeléctricas, la producción de electricidad a partir de las granjas fotoeléctricas o la energía eólica también se encuentra subvencionada y la previsible retirada de fondos para estas actividades supondrá un fuerte deterioro para este sector. Respecto de la energía eólica, recuérdese que hasta escasos años, nuestro país era junto a Alemania líder en la producción de electricidad por este medio[44]; pero llegaron las restricciones de presupuesto y las ayudas cesaron. Los recortes de los últimos años han influido en la retirada, o en el mejor de los casos, la disminución de fondos para subvencionar la utilización de las nuevas fuentes de energía no contaminantes.

El problema de estas instalaciones es su subordinación respecto de las primas de producción que se les ofreció en épocas de bonanza económica. Con el objetivo de hacer salir de la dependencia de las energías fósiles una parte de la producción de electricidad, el Gobierno de turno inició en 2008 una política de subvenciones con la promesa de una rentabilidad equivalente al rendimiento de las obligaciones del Estado a diez años más un diferencial de 400 puntos básicos, que parece ser que que no sólo no se cumple sino que, además, va a quebrar el sector de las instalaciones hidráulicas de menor potencia, ya que desde 2013, el total de las primas a la producción de electricidad por medio de energías renovables ha descendido drásticamente.

Y, sin embargo, ciertas instancias internacionales abogan por la utilización masiva de las energías naturales a pequeña escala y por la autosuficiencia energética, entre ellas, la energía derivada de las minicentrales hidroeléctricas. En su memoria de 2016, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) señala la importancia de incrementar una estrategia basada en las "micro-redes energéticas urbanas" [45].

Para esa Agencia, las micro-redes de servicios energéticos urbanos podrían ser ejemplos de empresas innovadoras en un modelo económico en el que los que los consumidores se transforman en productores gracias a los beneficios que pueden obtener a escala local. Entre éstos, se cuenta la reducción de los impactos medioambientales y de los costes de la energía en las comunidades urbanas, mayores posibilidades de acceso a la energía y una mayor seguridad sobre el consumo. Para ello, las instancias locales deberían trabajar conjuntamente con las autoridades políticas para facilitar esas sinergias y beneficiarse de las ventajas de las pequeñas redes de energía urbanas. Según esto, no es osado suponer que el futuro de las fuentes de energía renovables es esperanzador.

Tampoco parece un despropósito explorar otras vías de abastecimiento, de igual manera que ya se ha puesto en práctica en muchas zonas del globo, y eso explica que más de la mitad de la nueva potencia eléctrica que se ha puesto en funcionamiento en el año 2016 en el mundo proceda de estas fuentes con una cifra total de 152 gigawatios, lo que significa un incremento del 15 por ciento respecto del año anterior. Estos datos vienen a justificar que nos

[44] En 2007, Alemania superaba por muy poco a España en la producción de electricidad por energía eólica (27.229 GWh de Alemania frente a los 21.219GWh de España). Hemos tratado este aspecto extensamente en Arroyo, 2008

[45] International Energy Agency. *Energy Technology. Perspectives 2016. Towards sustainable Urban Energy Systems*. OECD/IEA, 2016.

encontremos en “un punto de inflexión” como se afirma desde la citada IEA[46], y se espera que para el año 2030, al menos un 27 por ciento del consumo de la energía final en el conjunto de la Unión Europea sea producido por fuentes de energías renovables. Los países de la Unión Europea se han comprometido a fijar unos objetivos a escala nacional sobre la ampliación del uso de las energías renovables que oscilan entre el 10 por ciento a que se ha comprometido Malta y el 49 por ciento de Suecia[47].

De momento, la instalación de paneles solares y de turbinas eólicas se incrementa a pesar de las restricciones económicas y se especula con que dentro de cinco años las energías renovables generarán tanta electricidad como se produce actualmente por medio de la suma de las energías fósiles y la fisión nuclear. No parece probable que se pueda sustituir totalmente esas fuentes de energía, pero no deja de ser esperanzador que se trabaje en la dirección del aprovechamiento de las posibilidades de las energías llamadas “limpias”.

Una muestra de esa estrategia es la cuestión del precio de la electricidad en el mercado europeo. Si hasta hace poco tiempo España era país exportador de electricidad a Portugal y Francia, el abaratamiento del precio de la electricidad en esos países combinado con los incrementos experimentados en España ha invertido la relación. España ha pasado de ser país exportador a país importador de la electricidad de Portugal y de Francia. De Portugal, por el avance que se ha realizado en ese país a favor de las energía renovables, lo cual ha permitido abaratar el precio de la electricidad que exporta; de Francia, cuyo superávit producido por sus centrales nucleares le permite ofrecer electricidad a unos precios más ventajosos.

Conclusiones

Lo que hemos querido explicar en este texto está relacionado con la producción de electricidad a partir de fuentes de energía alternativas, diferentes de las fuentes de energía fósiles, esencialmente, el carbón, el gas y la electricidad. Pero hemos observado que las minicentrales junto a las otras fuentes de energía “limpias” están escasamente desarrolladas para que sean rentables y puedan sustituir las actuales, responsables sin duda del deterioro ambiental y que pueden ver aumentado su precio en épocas de conflicto internacional.

La capacidad de generación de electricidad en Cataluña por medio de las minicentrales parece haber tocado su límite debido al cese del régimen de subvenciones combinado con unas condiciones ambientales no siempre favorables. Por otro lado, la situación actual de oligopolio en el sector de la electricidad, no deja demasiado margen al desarrollo de las minicentrales; pero parece también que los movimientos de concentración estén experimentando un cierto cambio de tendencia hacia el cese de nuevas ampliaciones tal vez porque los recursos energéticos disponibles hayan llegado a su máximo aporvechable o por haber tocado techo los propios procesos de concentración de medios técnicos y económicos.

Aparentemente, se podría estar produciendo una especie de vuelta al minifundio, esta vez relacionado con la entrada en la escena económica de las energías derivadas de fuentes poco exploradas y no tanto basadas en las energías fósiles, sino en el conjunto de energías disponibles en la naturaleza, sea hidráulica, solar, eólica o derivada de la fuerza de las mareas.

[46] *La Vanguardia*, páginas de Economía, 26 de octubre de 2016, p. 49.
[47] European Comission. *Renewable energy directive*, 2016

La hidroelectricidad, y con ella, las minicentrales hidroeléctricas y las otras fuentes de energía renovables dificilmente podrán sustituir a las energías producidas por combustibles fósiles, pero podrían llegar a suplir picos de demanda en épocas de escasa pluviometría o de una brusca elevación de los precios de las fuentes de energía fósiles. También cabe la posibilidad de que se llegue a efectuar un cambio de mentalidad y una percepción diferente del uso de las energías.

Si el objetivo es el de escapar de una situación de deterioro ambiental y de dependencia energética, se debería confiar en la diversificación de fuentes de energías, entre ellas la procedente de las minicentrales y en los necesairos avances tecnológicos que contribuyesen al aumento de la productividad. Con ello se lograría una mayor eficiencia de las plantas productoras de electricidad a partir de fuentes de energía "limpias". Lo cual implica, paradójicamente, destinar un volumen mayor de fondos económicos a esas iniciativas.

Lo que se debería saber es si las grandes corporaciones energéticas que basan su crecimiento en la utilización de energías fósiles están dispuestas a ceder ese mercado a las modestas (por ahora) energías renovables.

De continuar en la actual situación, los efectos del cambio climático –y el precio de la electricidad- continuarán su tendencia al desarrollo insostenible.

Bibliografía

AA.VV. *L'energia de l'aigua. Centrals hidroelèctriques del Freser. I Centenari*. Barcelona: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya/Vall de Núria, 2006.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. Documentación inédita.

ALAYO, Joan Carles. *L'Electricitat a Catalunya de 1875 a 1935*. Lleida: Pagés editors, 2007.

ARROYO, Mercedes.Nuevas fuentes de energía para un futuro sostenible. ¿Petróleo caro o protección del medio? En X Coloquio Internacional de Geocrítica. *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales*, Barcelona, 26-30 de mayo de 2008.Disponible en http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm

ARROYO, Mercedes. *Empresarios y técnicos en la electrificación del territorio. Fuerzas Hidroeléctricas del Segre (1909-1988)*, 2010. Disponible en línea. <http://www.bubok.es/>

ARROYO, Mercedes. De las "fábricas de luz" a la creación de un sistema. La organización regional de Fuerzas Hidroeléctricas del Segre (1920-1945). In: CAPEL, H. y CASALS, Vicente (eds). *Capitalismo e historia de la electrificación, 1890-1930. Capital, técnica y organización del territorio en España y México*. Barcelona: Ediciones del Serbal, p. 271-297.

ARROYO, Mercedes. Estratègies empresarials pioneres. L'electricitat al Berguedà, 1901-1964. *L'Erol*, nº 128, 1016, p. 28-35.

BARTOLOMÉ, Isabel. *La industria eléctrica en España (1890-1936)*. Publicaciones del Banco de España, nº 50, 2007.

CABANA, Francesc. Centrals hidroelèctriques del Freser. In AA.VV. 2006, p. 15-16.

CAPEL, H. El discurso político sobre el regadío del ingeniero militar Fernando de Ulloa, 1767.*Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VII, nº 348, 2002. [ISSN 1138-9796] http://www.ub.es/geocrit/b3w-348.htm

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. *Plan Hidrológico 2010-2015*. Apéndice.

DUNCAN, Richard C. *The Peak of World Oil Production and the Road to the Olduvai Gorge,* 1996

DUNCAN, R.C. *The Olduvai Theory, Energy, Population and Industrial civilization, The Social Contract.* Institute of Energy and Man, Seattle, 2005-2006, 12 p. http://www.hubbertpeak.com/duncan/OlduvaiTheorySocialContract.pdf

EUROPEAN COMISSION. *Renewable Energy Directive*, 2016. https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive

FONT GAROLERA, Jaume. Las centrales hidroeléctricas del Alto Freser (Queralbs) y Brutau (Vilallonga de Ter) 1900-1901. Dos obras pioneras en Catalunya. In: CAPEL, H. y CASALS, Vicente (eds). *Capitalismo e historia de la electrificación, 1890-1930. Capital, técnica y organización del territorio en España y México*. Barcelona: ediciones del Serbal, p. 79-94.

GARCÍA TREVIJANO FOZ, José Antonio. Caducidad de concesiones hidráulicas. *Revista de administración pública*, ISSN 0034-7639, nº 16, 1955, p. 261-272.

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Pla Sectorial de Cabals de Manteniment a les conques internes de Catalunya*, noviembre de 2005, 69 p.

HUBBERT, Marion King. World Energy Resources, *Scientific American*, nº 22, 1971

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y PARA EL AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE) *Plan de previsiones 2010-2020*, Madrid, 2011.

INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA/AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA). *Memòria 2015*. Generalitat de Catalunya, 2016.

LATORRE PIEDRAFITA, Xavier. *Història de l'aigua a Catalunya*. s.l.: Xavier Latorre Piedrafita, 1995.

LUSA, Guillermo. *Documentos de los primeros años de la Escuela Industrial barcelonesa (1851-55).* Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona / Universitat Politècnica de Catalunya, 1996.

MARZO, Mariano. Our's planets's legacy. Past, present and future of fossil fuels. *Methode Science Studies Journal: Annual Review*, ISSN 2174-3487, nº 3, 2013 (Ejemplar dedicado a: Allegory of Science. Scientific knowledge at the beginning of the 21st century), p. 34-39.

MUÑOZ, I. PRAT, N. Effects on water abstraction and pollution on macroinvertebrate community in a Mediterranean river. *Limnética.* 12(1): 9-16, 1996. Madrid: Asociación Española de Limnología,

OECD/IEA *Energy Technology. Perspectives 2016. Towards Sustainable Urban Energy Systems*. París/Bruxelles, 2016.

URTEAGA, Luis. El proceso de electrificación en Cataluña (1881-2000). In *Obres publiques a Catalunya. Present, passat i futur*. Barcelona: Real Academia de Ingeniería, 2003, p. 355-376.