



ANÁLISIS DE LA APORTACIÓN DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA AL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL DESDE LOS AÑOS 90 A NUESTROS DÍAS.

**Gerardo Díaz Alonso [*], Eduardo Álvarez Álvarez, Antonio José Gutiérrez
Trashorras [**]**

[*] Alumno; [] Tutor(es)**
uo149994@uniovi.es

Departamento de Energía. Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Este documento muestra el trabajo y los resultados de investigación en torno a la Energía Hidráulica en España durante el periodo de años 1990 a 2013.

Se explica mediante tablas el uso de las diferentes energías instauradas en el país, siempre comparándolas con la energía hidráulica, que es la protagonista de este estudio.

Los datos del estudio se han obtenidos todos de fuentes oficiales, como son la Red Eléctrica Española (REE).

Se ha podido demostrar que la Energía Hidráulica es aproximadamente de media el 15% de la energía total producida en España, mientras que otras energías más caras de producir y más contaminantes tienen un porcentaje mayor de importancia.

ABSTRACT

This document shows the work and the results of research on hydropower in Spain during the years 1990 – 2013.

Tables is explained by the use of different energies introduced in the country, always compared with hydropower, which is the subject of this study.

Study data were all obtained from official sources, such as Spain Electric Red (REE).

It has been shown that hydropower is about average 15% of the total energy produced in Spain, while other more expensive energy to produce energy have a higher percentage of importance.



INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de la energía ha sido siempre esencial para la humanidad que cada vez demanda más recursos energéticos para cubrir sus necesidades de consumo y bienestar. Las energías renovables que provienen de fuentes inagotables como el Sol y no emiten gases de efecto invernadero, entre otros beneficios, son una de las piezas clave en la construcción de un sistema de desarrollo sostenible.

Actualmente las energías renovables han dejado de ser tecnologías caras y minoritarias para ser plenamente competitivas y eficaces de cara a cubrir las necesidades de la demanda.

Dentro de estas energías renovables se encuentra la energía hidroeléctrica, como principal aliado en la generación de energía limpia y autóctona.

Los avances tecnológicos permiten obtener energía eléctrica en cursos de agua de características muy diversas, además de resultar igualmente interesante la rehabilitación y/o ampliación de pequeñas centrales ya existentes.

Se estima que en España el potencial virgen para la obtención de energía eléctrica a través de las centrales hidroeléctricas asciende aproximadamente a 1.000 MW [1].

El actual sistema energético a nivel mundial está basado en la generación de energía a partir de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón mineral y el gas. La generación de energía a partir de estas materias está siendo ampliamente replanteada por varias razones: son recursos limitados que se encuentran en puntos concretos del planeta, su uso a gran escala está provocando graves efectos sobre el medio ambiente y la salud de los seres humanos, y se están agotando las reservas naturales comprometiendo el futuro de las nuevas generaciones.

La energía hidroeléctrica, que indirectamente proviene de la energía solar, comparte las ventajas de ser autóctona, limpia e inagotable como el resto de las energías

renovables. La producción anual media de energía hidroeléctrica a nivel mundial es de 2.600 TWh, lo que representa aproximadamente el 19% del total de la energía eléctrica producida. La potencia hidroeléctrica instalada en todo el mundo asciende a 700 GW [2].

A gran escala esta fuente de energía tiene un campo de expansión limitado, ya que en los países más desarrollados la mayoría de los ríos importantes ya cuentan con una o varias centrales, y en los países en vías de desarrollo los grandes proyectos pueden chocar con obstáculos de carácter financiero, ambiental y social.

A menor escala, sin embargo, la generación de electricidad con mini centrales hidroeléctricas sí ofrece posibilidades de crecimiento, debido a la diversidad de caudales que aún son susceptibles de ser aprovechados con las nuevas tecnologías.

El uso de petróleo en la generación de energía crea una dependencia exterior de los países importadores, haciendo a la vez vulnerable su sistema energético frente a posibles crisis del sector petrolífero. Además, el incremento del precio del crudo y el gas crea tensiones en el mercado eléctrico. Por todo esto, las energías renovables nuevamente se convierten en una fuente segura de energía, que minimizaría la dependencia energética exterior al permitir mayor autonomía de los sistemas energéticos nacionales.

La Unión Europea tiene como objetivo prioritario la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables.

Posteriormente se promulgó la Directiva 2001/77/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de la electricidad. En esta Directiva se propusieron objetivos indicativo para cada Estado miembro, que en el caso de España coincidieron con los objetivos del Plan de Fomento de las Energías



Renovables 2.000-2.010, asumidos por el Plan de Energías Renovables 2.005-2.010. La Directiva fijó como objetivo, para el año 2.010, generar el 12% de electricidad con recursos renovables [3].

El objetivo general fijado por la unión europea marcó la aportación de fuentes de energías renovables en un porcentaje del 12% de la energía primaria demandada en la UE en el año 2.010. En particular se estableció como objetivo para la energía hidroeléctrica alcanzar los 105.000 MW en ese año, distribuidos de la siguiente manera:

- Grandes centrales (mayores de 10 MW): 91.000 MW (incluidas las de bombeo).
- Pequeñas centrales (menores de 10 MW): 14.000 MW.

España ocupa un papel destacado en el área hidroeléctrica a nivel europeo, situándose en tercer lugar respecto al resto de países de la Unión Europea en cuanto a potencia hidroeléctrica instalada con centrales menores de 10 MW y el cuarto lugar en cuanto a centrales de potencia mayor de 10 MW. Gran parte del potencial europeo proviene de la rehabilitación y ampliación de instalaciones ya existentes. Cerca del 68% de las mini centrales hidroeléctricas de la Unión Europea tienen más de cuarenta años de antigüedad [4].

La dependencia exterior de España de energía primaria aumentará en el año 2.020 desde el actual 79% hasta un 85%, según fuentes de la propia Unión Europea, que en su conjunto pasará del actual 50% a un 70%. Las energías renovables, entre ellas la energía mini hidráulica, presentan la ventaja de ser autóctonas, por lo que su desarrollo resulta imprescindible en el fortalecimiento del sistema energético español.

España cuenta con un consolidado sistema de generación de energía hidroeléctrica y un sector tecnológicamente maduro en este área. Esto se debe a varios factores, como la existencia de importantes recursos hidrológicos y una larga tradición histórica en el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos. Aunque la evolución de la energía hidroeléctrica en España

ha sido creciente, en los últimos años ha experimentado una disminución en la aportación de esta energía a la producción total de electricidad. La energía hidroeléctrica generada en pequeñas centrales, por el contrario, sigue creciendo aunque de manera muy moderada.

España es un país con una larga y antigua tradición en construcción de presas. Al año 2.000 se tienen inventariadas un total de 1.147 presas, con una capacidad total de los embalses de 55.000 Hm³ [5]. Aproximadamente un 40% de esa capacidad actual embalsable corresponde a embalses hidroeléctricos, que es una de las proporciones más altas de Europa y del mundo; aunque ese porcentaje ha decrecido por el incremento en décadas pasadas de otras fuentes de energía.

El potencial hidroeléctrico de un país es la capacidad anual de producción de energía hidroeléctrica que dicho país posee, y el potencial técnicamente explotable se deduce del anterior, teniendo en cuenta las pérdidas. La evaluación de los recursos hidroeléctricos de un país es muy compleja, y en España la más reciente se realizó en 1.980 [6].

El potencial pendiente de desarrollar, sobre todo el correspondiente a centrales grandes, es muy difícil que pueda aprovecharse, fundamentalmente, por razones medioambientales o por competencia en los usos del agua. No obstante, existe todavía un alto potencial pendiente de desarrollar mediante mini centrales hidroeléctricas, viable técnica y medioambientalmente.

El objetivo de estudio de este trabajo es intentar demostrar que la Energía Hidráulica, aún siendo una energía barata de producir y con infraestructuras más que amortizadas, en España apenas está aprovechada, aportando un porcentaje bajo de producción de energía al sistema eléctrico.



MÉTODO TRABAJO

El método de trabajo seguido para la realización de este trabajo ha sido el análisis exhaustivo de diferentes parámetros como son la Potencia Instalada en el Sistema Eléctrico Español [7] y el Balance Energético en el Sistema Eléctrico Español [8].

Una vez analizados y estudiados en profundidad los datos anteriormente mencionados, se han creado tablas en Excel para posteriormente realizar gráficas donde se puedan ver los resultados a los que desde un principio se quiere llegar, es decir, poder demostrar que la Energía Hidráulica está denostada en España.

También se ha tenido en cuenta otro parámetro importante como son las horas de funcionamiento equivalente [9] de todas las formas de producción de energía que hay implantadas en España.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Potencia instalada.

En la Figura 1 se muestra un desglose por tipo de instalación de la potencia eléctrica instalada en el sistema eléctrico nacional desde el año 1.990 hasta el año 2.013, último año del que se tienen datos completos para su estudio.

En 1.990 se disponía de una potencia instalada total de Energía Renovable de 17.230 MW, de los cuales aproximadamente el 100% provenían de la energía hidráulica.

A finales de los 90 comienza un aumento casi exponencial de la potencia instalada renovable.

Este incremento vino impulsado por distintos Reales Decretos que incentivaban la construcción de instalaciones denominadas de Régimen especial (o de pequeña potencia) definiendo precios primados para la energía generada por este tipo de instalaciones y exportada al sistema.

Dichas instalaciones incluían entre otras las instalaciones renovables: hidroeléctrica menor de 10 MW, eólica, solar fotovoltaica, y solar térmica.

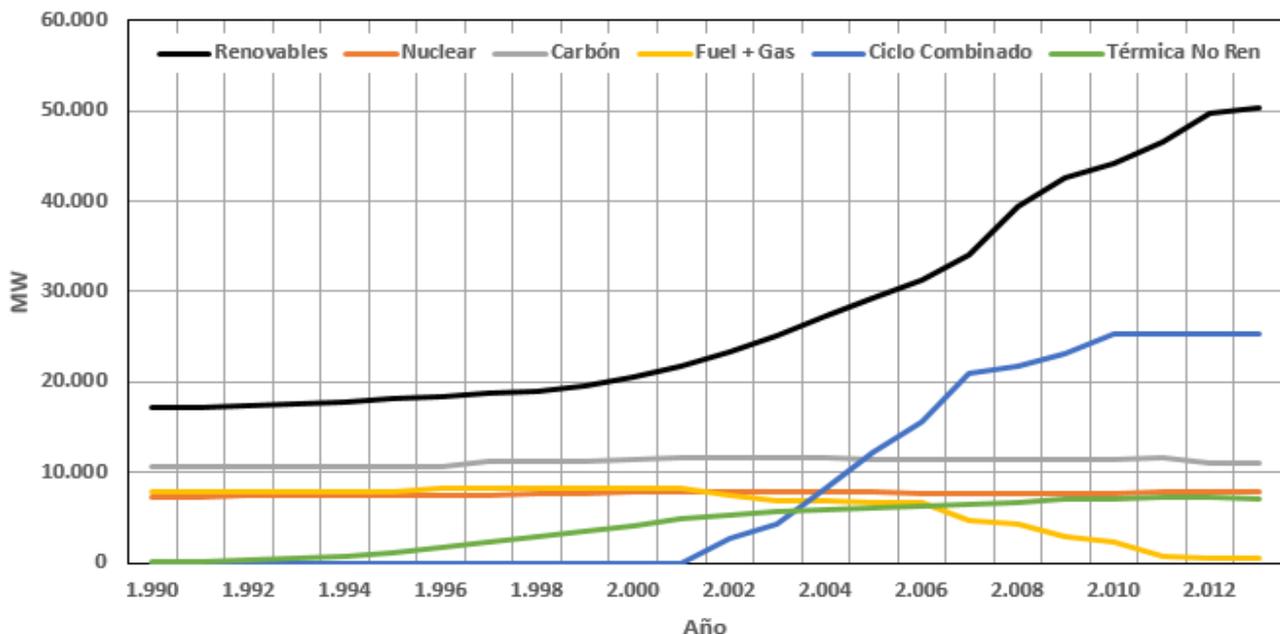
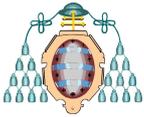


Fig. 1.- Potencia Instalada 1990 – 2013.



En la Figura 2 se muestra como el crecimiento fundamental de potencia instalada renovable se debe al incremento de potencia instalada proveniente de la energía eólica (22.746 MW), lo cual contrasta con la energía hidráulica (menor de 10 MW) que en esos años tuvo un ratio muy reducido de crecimiento.

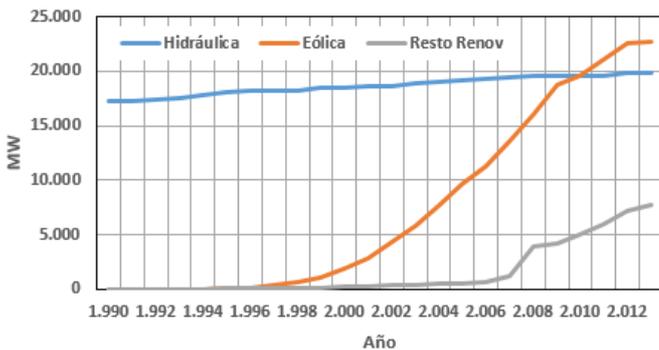


Fig. 2.- Potencia Instalada Energías Renovables.

Por otro lado, en la Figura 1 también se muestra como la potencia instalada de Energía Nuclear y de Centrales Térmicas de Carbón se mantiene constante durante este periodo, (8.000 MW y 11.000 MW respectivamente).

Así mismo, el año 2.002 marca el inicio de la puesta en servicio de una serie de Centrales de Ciclo Combinado, basadas en gas natural, comenzando con una potencia instalada de 2.737 MW, y finalizando en el 2013 con una potencia instalada total de 25.353 MW. Este gran crecimiento en pocos años, indica la apuesta que de manera casi simultánea junto a la energía eólica se realizó de la producción eléctrica basándose la generación eléctrica de alta eficiencia a partir del gas natural.

Con la entrada en funcionamiento de las Centrales de Ciclo Combinado, las Centrales de Fuel y Gas comenzaron su parada progresiva hasta que en el año 2.013 solamente quedaban 520 MW en funcionamiento.

Centrándonos en las Energías Renovables, y estudiando de nuevo la Figura 2, se puede concluir que la potencia instalada proveniente de la energía hidráulica apenas ha sufrido crecimiento en estos últimos 23 años, ya que en 1.990 había un total de 17.230 MW, y en el año 2.013 hay un

total de 19.871 MW, es decir, en 23 años únicamente ha crecido un 15%. Esto indica el poco incentivo que han tenido para su construcción estas instalaciones sobre todo teniendo en cuenta que se trata de una energía renovable con tecnología probada y que puede ser utilizada tanto para generar la base de la demanda como la regulación del sistema de producción por su rapidez de respuesta.

Los incentivos a las Energías en Régimen Especial, que ha implicado un gran incremento de la potencia eólica junto a las nuevas instalaciones de Ciclos Combinados han derivado en una sobrecapacidad de producción del sistema eléctrico. Esto se demuestra en la Figura 3 que muestra la potencia instalada frente a la máxima demanda registrada.

Mientras que en el año 1.995 las curvas eran de tendencia similar (la potencia instalada superaba a la demanda máxima en un 80%, en el 2.013 es ya de un 150%). La diferencia se acentúa por el decrecimiento del máximo del consumo que a partir del año 2.007 empieza debido a la disminución del consumo como consecuencia de la crisis que nos afecta actualmente.



Fig. 3.- Potencia Instalada vs Máx. Demanda Horaria.

La Figura 4 permite analizar el discreto crecimiento de la energía hidráulica en el período de estudio. En concreto este ha estado basado en las instalaciones en Régimen Especial junto con la construcción de alguna nueva central.

Según los datos obtenidos en 1.990 las centrales hidráulicas acogidas al Régimen Especial suponían un 3.8% con una potencia instalada total de 17.034 MW mientras que en el año 2.008



suponían un 10,4 % de una potencia instalada de 19.071 MW.

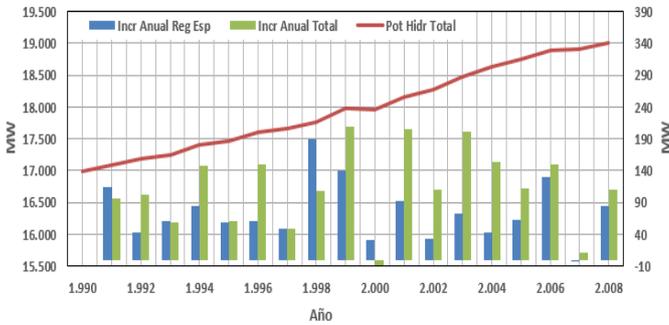


Fig. 4.- Potencia Instalada Hidráulica Régimen Especial.

b) Balance energético.

El Balance Energético es la demanda de energía que se ha producido mediante los diferentes tipos de Centrales. El Balance energético del sistema eléctrico español agrupando la energía producida en instalaciones renovables se indica en la Figura 5.

Desde 1990 hasta el 2000 la mayoría de GWh que se han demandado mediante Energía Renovable se han producido con Centrales

Hidráulicas, y es a partir del año 2.000 en el momento en el que comienzan el funcionamiento de otras energías renovables como son la Eólica, Solar, Térmica, cuando se asciende hasta un total de casi 120.000 GWh/año.

La Energía Nuclear se mantiene constante en todo este rango de años produciendo alrededor de 60.000 GWh. El Carbón también juega un papel fundamental hasta el año 2.007, produciendo alrededor de 60.000 GWh al año.

A partir de ese año, tiene una reducción bastante drástica llegando en el 2.010 a niveles de 20.000 GWh/año, con un pequeño repunte en el 2.012, estas oscilaciones están producidas por el precio del gas natural, que en esos años bajó, y propició que se usaran más las Centrales de Ciclo Combinado, que empezaron en el año 2.002 con un ascenso notorio hasta el 2.008, llegando a producir 90.000 GWh/año, actualmente se encuentra en descenso propiciado por la crisis y el bajo consumo energético de las empresas.

El Fuel + Gas está desapareciendo, y por ello la demanda energética es mínima.

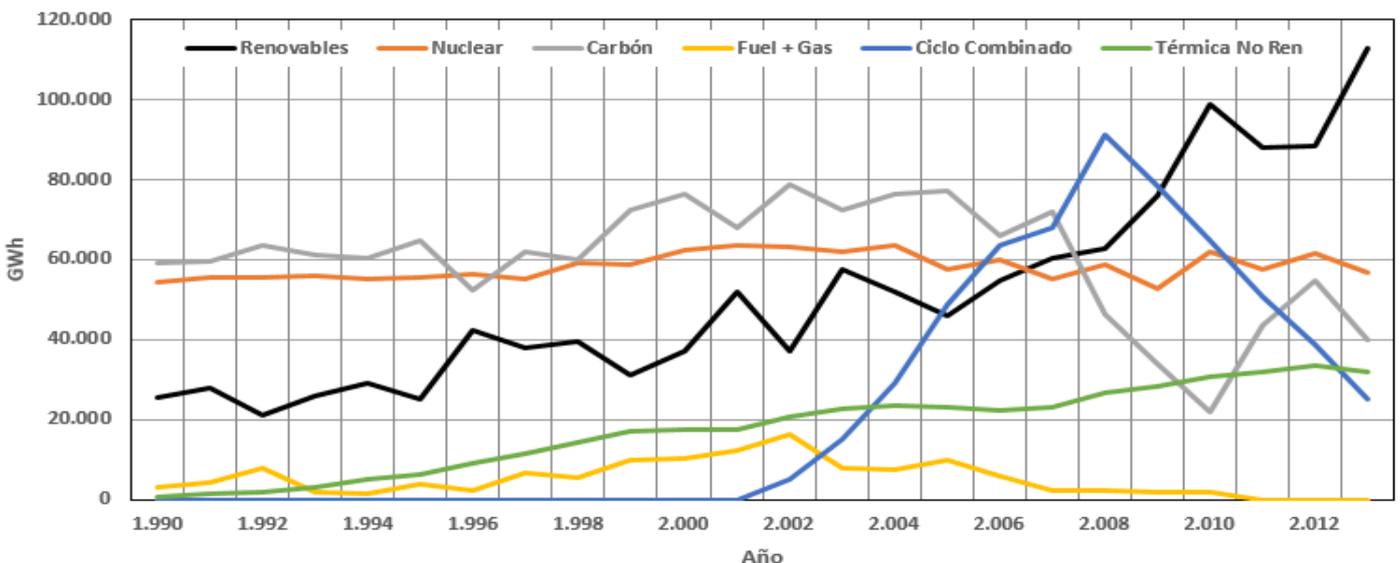
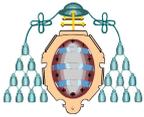


Fig. 5.- Balance Energético 1990 - 2013.



Una vez definidos y explicados anteriormente los conceptos de Potencia Instalada y Balance Energético, en la Figura 6 se comparan ambos conceptos entre sí.

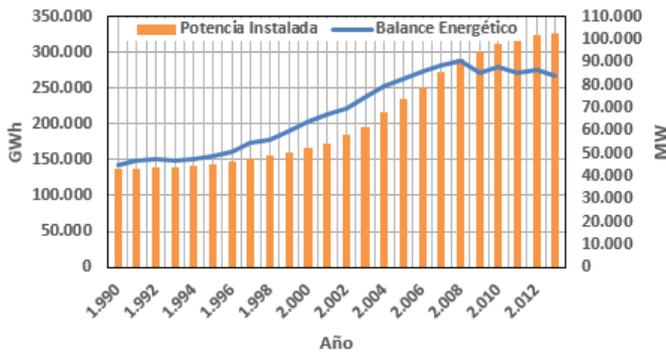


Fig. 6.- Balance Energético vs Potencia Instalada.

Hasta el año 2008 se observa que la potencia instalada y la demanda energética son similares, siempre tiene que haber algo más de potencia instalada que la posible demanda máxima, ya que hay que asegurar el suministro eléctrico.

Pero es a partir del 2008 cuando ya la potencia instalada sobrepasa con creces la demanda energética, si es cierto que esto puede deberse a la actual crisis en la que nos encontramos inmersos, pero también se debe al gran número de Ciclos Combinados que se han ido realizando en los últimos años en España, y a la gran apuesta por las Energías Renovables, siempre en detrimento de la Energía Hidráulica, energía también renovable, ya amortizada y muy barata de producir.

c) Horas de funcionamiento equivalente.

La fórmula para el cálculo de las horas de funcionamiento equivalente de una Central es la que se muestra a continuación:

$$he = \frac{E_{\text{anual}}}{P_n}$$

Siendo he = Número de Horas Equivalentes, E_{anual} = Energía generada anualmente (GWh), y P_n = Potencia Nominal de la Instalación (GW).

Las horas de funcionamiento equivalentes es un valor que se refiere al número de horas que una Central está funcionando al 100% de su capacidad.

Esta cifra no quiere decir que el resto de horas del año las Centrales estén paradas, sino que están funcionando a máximo rendimiento ese número de horas dado.

Haciendo un estudio del año 2007, año del que tenemos datos completos y sabiendo que el porcentaje de uso en Régimen Especial ha sido del 10%, y en Régimen Ordinario del 90%, se puede hacer una estimación de las horas equivalentes que deberían haber estado funcionando las Centrales Hidráulicas, y las horas que realmente funcionaron, valor mucho más bajo del esperado, como se observa en la Figura 7.

Se ha calculado que las Centrales Hidráulicas deberían haber funcionado unas 4.333 horas equivalentes, mientras que en realidad han estado funcionando aproximadamente 1.500 horas, es decir, han estado funcionando a un 35% de su capacidad máxima.

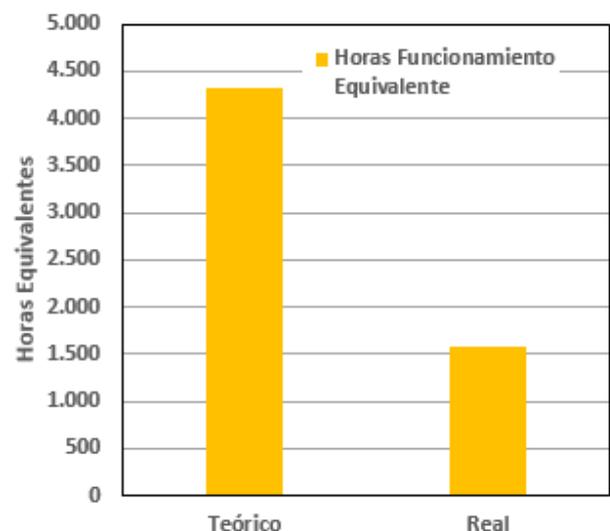
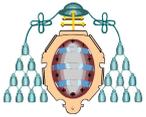


Fig. 7.- Horas Funcionamiento Equivalente.



Como se observa en la Figura 8, una Central Nuclear tiene alrededor de 8000 horas equivalentes de funcionamiento al año, es decir, si entendemos que un año tiene 8760 horas, están casi todo el año en máximo funcionamiento.

En el caso del Carbón, han estado funcionando alrededor de 6000 horas hasta el año 2007, donde se ha producido un drástico descenso de horas de funcionamiento junto a los Ciclos Combinados, en el año 2010 tienen un ligero repunte y en el año 2012 vuelven a descender las horas de funcionamiento, quedándose en 3.800 horas de funcionamiento.

Mientras que las Centrales Hidráulicas se construyen para que estén en funcionamiento entre 3000 y 5000 horas equivalentes, según éstas sean de tipo fluyentes o a pie de presa.

Nos encontramos con que de media una Central Hidráulica funciona unas 2.000 horas equivalentes, por lo que no se están aprovechando al 100% dichas Centrales, y están produciendo de media el 15% de la electricidad total que se consume en este país, sin tener en cuenta la pluviometría para ello.

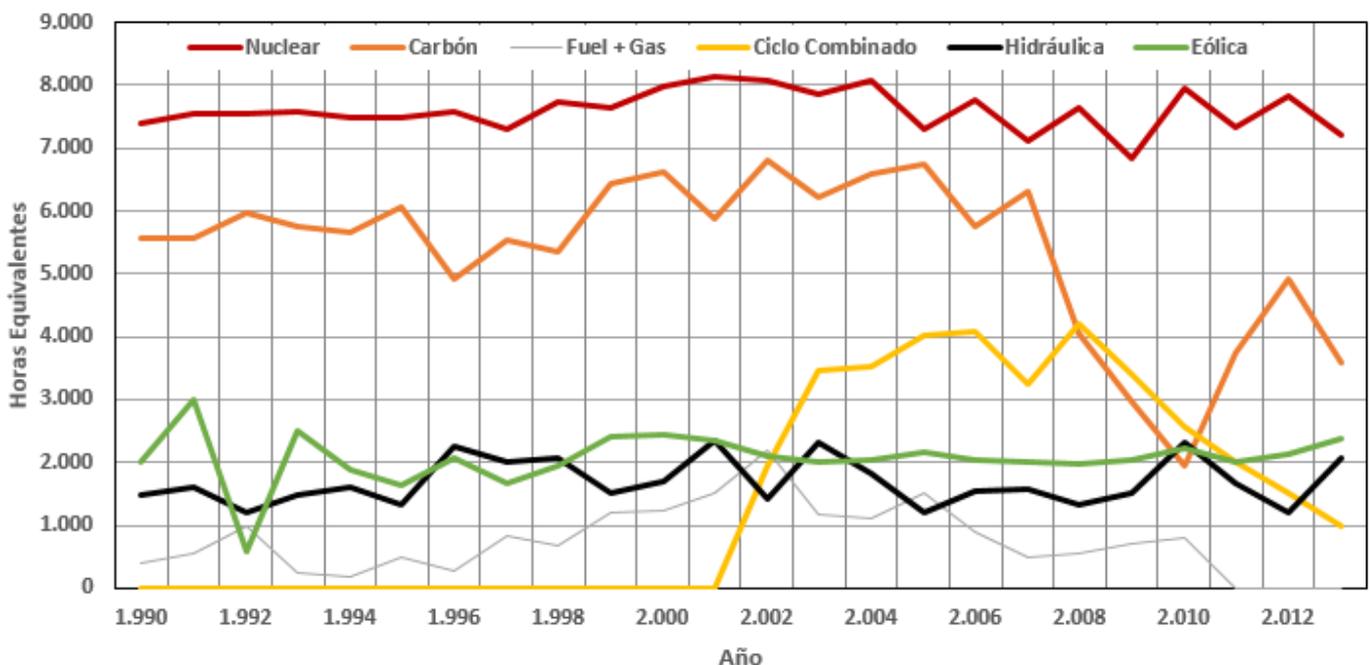
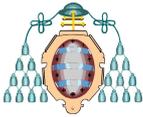


Fig. 8.- Horas de Funcionamiento Equivalente.



Considerando como año seco aquel con una pluviometría al menos un 15% inferior a la media aritmética, año húmedo aquel en que las precipitaciones superan al menos en un 15% a la media y año medio al comprendido entre ambos extremos.

En la Figura 9 está representada la pluviometría desde el año 1990 hasta el año 2013, último año del que se obtuvieron datos completos.

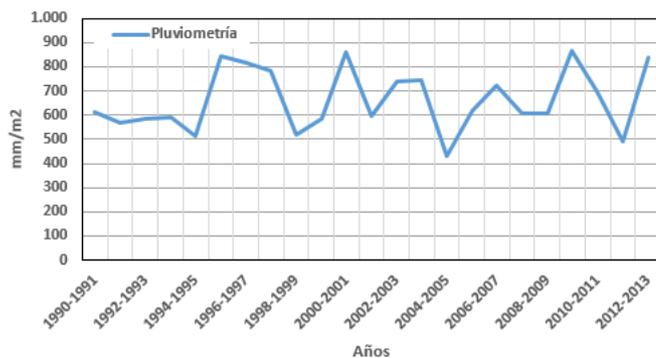


Fig. 9.- Pluviometría en España 1990 – 2013.

Se observa que los años 1.995, 2.000, 2.009 y 2.012 fueron años húmedos, mientras que los años 1.994, 1.998, 2.004 y 2.011 fueron años secos.

En la figura 10 se demuestra que las Centrales Hidráulicas funcionan independientemente de la pluviometría del país en ese momento. Como se ha mencionado anteriormente, los años húmedos han sido 1.995, 2.000, 2.009 y 2.012.

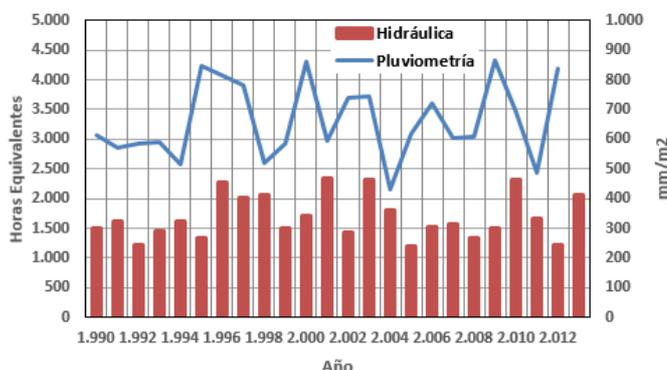


Fig. 10.- Pluviometría vs Horas Equivs. Hidráulica.

En el año 1995 las horas equivalentes de funcionamiento han sido alrededor de 1.500 horas, casualmente al año siguiente las horas equivalentes han sufrido un gran incremento, hasta llegar a las 2.200 horas.

Esto se debe en mayor medida a que el agua caída en el año 1.995 se ha embalsado en las diferentes Centrales Hidráulicas y se ha dejado ahí para su posterior uso, no aprovechándola en el momento para la producción de energía, al no ser del interés de las empresas eléctricas, ya que bajaría mucho el precio del KWh.

Lo anteriormente mencionado también ocurre en los casos de los años 2000, 2.009 y 2.012. Es decir, cuando la pluviometría es elevada, el agua se embalsa para dejarlo como reserva para su posterior uso.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha profundizado en la Energía Hidráulica instalada en España durante los años 1990 - 2013, mediante los parámetros de Potencia Instalada, Balance Energético y Horas de Funcionamiento Equivalentes.

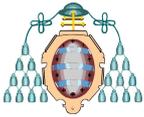
Se ha pretendido demostrar que su uso es bajo, comparándolo con los diferentes tipos de producción que hay en el país.

Se ha llegado a la conclusión de que siendo una energía barata de producir, renovable (menor de 10 MW), subvencionada mediante ayudas y con una infraestructura más que amortizada, no se aprovecha todo su potencial.

Se está dejando en su mayoría para usarla como regulación de la demanda eléctrica, y no también como base de la demanda.

NOMENCLATURA

- GWh/año : Gigawatios hora al año.
- MW: Megawatios.
- Hm³: Hectómetros Cúbicos.



AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Don Eduardo Álvarez Álvarez y Don Antonio José Gutiérrez Trashorras del Departamento de Energía de la Universidad de Oviedo su excelente orientación e interés mostrado en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

[1]MINI CENTRALES HIDRÁULICAS. MANUAL DE ENERGÍAS RENOVABLES. IDAE.

[2]MANUAL DE ENERGÍAS RENOVABLES 2011-2020. IDAE.

[3]EL AGUA EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA. SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2007

[4]EUROPEAN SMALL HYDRAULIC ASSOCIATION. 2005.

[5]LAS PRESAS EN ESPAÑA. CNEGP.

[6]ENERGÍAS RENOVABLES PARA TODOS. HIDRÁULICA. FENERCOM.

[7]POTENCIA INSTALADA SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL. REE. 1990 – 2013.

[8]BALANCE ENÉRGETICO SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL. REE. 1990 – 2013.

[9]CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.