

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO DEL CASO DE SUSTITUCIÓN DE LA CENTRAL TÉRMICA DE
CANDELARIA POR UNA CENTRAL HIDROEÓLICA

ALGUNAS CLAVES PARA EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN
CANARIAS

(STUDY OF THE SUBSTITUTION CASE OF THE THERMAL CENTER OF CANDELARIA BY A
HYDROEOLIC CENTRAL)

(SOME KEYS TO THE FUTURE OF RENEWABLE ENERGIES IN THE CANARY ISLANDS)

Autor/a: D^a Alba Martín García.

Tutor/a: D Juan Pablo del Río Disdier.

Grado en Administración y Dirección de Empresas
FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO

Curso Académico 2016 / 2017

En San Cristóbal de La Laguna, a 5 de Julio del 2017

RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo conocer las principales características del sistema eléctrico canario, la situación actual de la posición de las energías renovables en el archipiélago y las singularidades de sus políticas energéticas. También se estudiará como ejemplo la viabilidad de sustituir la central térmica de Candelaria por una central hidroeléctrica y las distintas opciones que pueden barajarse en un futuro. Como conclusión principal hemos llegado a ver que Canarias cuenta con un clima y orografía muy favorables para abastecerse de energías renovables, principalmente la fotovoltaica y eólica pero hay que tener en cuenta que actualmente la mejor manera de llegar a un sistema 100% renovable es combinándolo con sistemas convencionales para cubrir la demanda eléctrica y con grandes depósitos de almacenamiento.

Palabras Clave: Canarias, Energías Renovables, Política Energética, Gorona del Viento.

ABSTRACT

The objective of this work is to know the main characteristics of the Canary Islands electricity system, the current situation of the position of renewable energies in the archipelago and the singularities of its energy policies. The feasibility of replacing the Candelaria thermal power station with a hydroelectric plant and the various options that may be considered in the future will also be studied as an example. As a main conclusion we have come to see that Canary Islands has a favorable climate and orography to supply renewable energy, mainly photovoltaic and wind but you have to keep in mind that currently the best way to reach a 100% renewable system is to combine it with Conventional systems to cover electrical demand and with large storage tanks.

Keywords: Canary, Renewable Energies, Energetic Policy, Gorona del Viento.

Índice:

Introducción	4
1. Análisis general del sistema eléctrico Canario.....	6
2. Energías renovables en Canarias.....	10
2.1 Posición de las energías renovables en Canarias	10
2.2 Modelos energéticos alternativos para Tenerife	14
2.3 Políticas energéticas.....	17
3. Caso de estudio: sustitución de la central térmica de Candelaria por un modelo de energía hidroeléctrica	19
3.1 Antecedentes de la central térmica de Candelaria.....	19
3.2 Entrevista a ingeniero electrónico de la empresa Endesa	21
3.3 Proyecto Gorona del viento	23
4. Resultados acerca del estudio realizado	27
4.1 Consideraciones sobre la viabilidad de sustituir la actual central de Candelaria por una central hidroeléctrica.....	27
4.2 Perspectivas futuras de las energías renovables en Canarias	28
5. Conclusiones	30
Bibliografía y otras fuentes de documentación	32

Índice de tablas, gráficos e imágenes:

Gráfico 1.1: Comparación de porcentajes de potencia instalada en el 2010 y 2016.....	8
Tabla 1.1: Evolución de la producción anual bruta de energía eléctrica en Canarias, desglosada por origen.....	9
Tabla 2.1.1: Potencias de las energías renovables instaladas en Canarias, 2015	10
Tabla 2.1.2: Producción de las energías renovables en Canarias, 2015	10
Gráfico 2.1.1: Distribución porcentual de la potencia eólica en el 2015, desglosado por islas	11
Gráfico 2.1.2: Distribución porcentual de la producción eléctrica de origen eólico en Canarias. 2015.....	12
Tabla 2.1.2: Evolución anual de la potencia solar fotovoltaica conectada a red en Canarias, desglosada por islas	13
Tabla 2.1.3: Evolución porcentual de la producción anual bruta de energía eléctrica en Canarias, desglosada por origen	13
Tabla 2.2.1: Superficie de paneles solares térmicos estimada en Canarias, desglosada por islas..	14
Tabla 2.2.2: Evolución anual de la potencia y producción de la energía de origen biomasa en Tenerife. Horas equivalentes, Tep ahorrados y toneladas de CO2 evitadas	15
Imagen 2.2.1: Distribución geográfica de las instalaciones mini hidráulica que se encuentran en Tenerife.....	16
Imagen 3.2.1: Esquema del funcionamiento de la central Hidro-eólica en el Hierro	25
Gráfico 3.2.1: Porcentaje de energía producida por energías renovables y diesel comprendido entre junio 2015 y junio 2016.....	26

Introducción.

La energía ha acompañado a la especie humana desde la más remota antigüedad, es uno de los pilares para el desarrollo industrial, social y tecnológico y un gran indicador del progreso y bienestar de una sociedad. A medida que la sociedad ha ido evolucionando las necesidades energéticas fueron aumentando, descubriendo nuevas fuentes de energía hasta llegar a las energías fósiles. Las energías fósiles (petróleo, gas natural y el carbón) se encuentran dentro de las energías no renovables junto a la energía nuclear y podemos decir que es una de las energías no renovables más utilizada en el mundo entero.

Por el otro lado tenemos las fuentes de energía alternativas que son aquellas que por su menor efecto contaminante o por su posibilidad de renovación pueden suplir a las energías convencionales. Este tipo de energía tiene como ventaja que es limpia, inagotable y segura.

En la actualidad, el petróleo representa el 93% de energía utilizada en Canarias, esto conlleva una gran dependencia del exterior lo que ha provocado que se ponga el punto de mira en las energías renovables.

El bajo peso que tienen las energías renovables en Canarias se debe a las dificultades institucionales que ocasionan los diferentes organismos públicos por los constantes cambios en las leyes energéticas y medidas que ralentizan el crecimiento de las energías eólica y solar. En los últimos tiempos se han puesto en marcha diversos proyectos de investigación como la desalación de agua potable para uso humano y agrícola, construcción de casas bioclimáticas y uno de los últimos proyectos con gran relevancia ha sido la central hidroeléctrica de El Hierro.

Objetivos, fuentes y metodología utilizada:

Los objetivos de este trabajo de fin de grado es conocer el sistema eléctrico canario, su posición en la producción y demanda de energías renovables, los diferentes modelos energéticos alternativos existentes en la isla, y por último estudiaremos como ejemplo la posibilidad de sustituir la actual central térmica de Candelaria (Tenerife) por un modelo energético renovable como sería la Central Hidroeléctrica Gorona del Viento ya implementada en la isla de El Hierro y concluiremos con las perspectivas de futuro del sistema eléctrico canario.

Las fuentes principales utilizadas para el desarrollo del proyecto son diversas:

- Anuario energético de Canarias 2015.
- Red Eléctrica de España.
- Declaración medioambiental CT Candelaria (2015).
- UNELCO. (1988). UNELCO: historia de la electricidad en Canarias.
- Proyecto Gorona del Viento El Hierro.
- CATPE. Horizonte 2030.

La metodología utilizada para la realización del trabajo es el siguiente:

1. Fijar el tema principal del trabajo fin de grado.
2. Lectura y extracción de información de fuentes bibliográficas.
3. Entrevista a ingeniero conocedor del tema de estudio.
4. Realización y comprensión de tablas y gráficos.
5. Redacción del cuerpo de trabajo.
6. Conclusiones con los resultados obtenidos.

1. Análisis general del sistema eléctrico canario.

El sistema energético canario lo podemos enmarcar dentro de los sistemas energéticos insulares y extra peninsulares referido a las Islas Baleares, Islas Canarias, Ceuta y Melilla. Esta diferencia con el sistema peninsular se debe a las características y singularidades que presentan los territorios. Son territorios de reducido tamaño, alta vulnerabilidad del suministro y con gran dependencia del exterior. Los tres subsistemas presentan diferencias entre ellos, el sistema balear tiene interconexiones entre islas (Mallorca-Menorca-Ibiza-Formentera) y estas con la península continuamente, lo que permite integrar los costes de producción al sistema peninsular. Por otro lado el subsistema canario presenta una serie de dificultades que están expuestas en las Directrices de Ordenación Sectorial de la Energía; estas dificultades son:

- El reducido tamaño de las islas complica el aprovechamiento de las energías renovables.
- No se pueden interconectar con el sistema peninsular por la lejanía del archipiélago.
- Existe poca diversificación energética y los recursos convencionales son escasos, esto provoca una gran dependencia del exterior y aumenta la vulnerabilidad del sector antes los continuos cambios del precio del petróleo.
- Solo Tenerife y Gran Canaria cuentan con unidades de vapor y ciclo combinado, el resto de islas se genera a partir de motores diesel.
- El modelo energético actual entra en conflicto con las exigencias medioambientales de la Unión Europea.
- Elevado coste de generación eléctrica convencional.
- Falta de coordinación entre los agentes competentes en materia energética, ambiental, territorial y poca colaboración entre el Gobierno Central, Gobierno Autónomo e insular.
- Desequilibrios entre zonas de producción energética y zonas de consumos en todas las islas.
- Alta demanda energética debido a motor productivo del archipiélago, el turismo.
- El mayor consumo de energía se produce en el sector de transporte.
- Ausencia de sistemas de almacenamiento energético en el archipiélago (excepto la central hidroeléctrica La Gorona del Viento, en El Hierro).
- Cuerpo legislativo laxo en cuestiones medioambientales.
- Complejos trámites administrativos que retrasan proyectos energéticos.

(Información recogida del documento "Directrices de Ordenación Sectorial de la Energía" (DOSE) aprobado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio el 21 de noviembre del 2013.)

Cabe establecer una pirámide de análisis donde se recoge los agentes y las directrices de planeamiento que intervienen en el sector energético.

El sistema eléctrico español está dividido en tres sectores: producción, transporte y distribución. Tanto producción como distribución están abiertas al mercado de competencia de productoras y comercializadoras; en primer lugar cabe indicar que el sector de transporte tiene carácter

estratégico y estando altamente regulada por la empresa Red Eléctrica Española (REE) que desde el 2007 es la única propietaria de toda la red española de Alta Tensión.

En segundo término cabe decir que en Canarias, La Comunidad Autónoma tiene competencia exclusiva en la planificación a corto y largo plazo de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía, del desarrollo y ejecución de la normativa básica sobre la generación, el transporte, distribución y comercialización, inspecciones de cumplimientos técnicos y económicos, sancionar ante las infracciones tipificadas y colabora con la administración estatal.

En tercer lugar de manera periódica elabora un informe, Plan Energético de Canarias (PECAN) sobre la planificación estratégica. Se han publicado tres PECAN, en 1986, 1989 y el último fue en el año 2006. Los objetivos que persigue PECAN son:

- Garantizar suministro energético a todo el archipiélago.
- Uso racional de la misma.
- Fomentar las energías renovables.
- Compatibiliza la política energética con políticas medioambientales.
- Reducir la dependencia del exterior.

Sin embargo, al no cumplir nunca sus objetivos, PECAN se ha convertido en un documento obsoleto pero al no haber otra regulación que lo sustituya sigue estando vigente.

El siguiente informe que ocupa el cuarto lugar son las DOSE (Directrices de Ordenación Sectorial de Energía del Gobierno de Canarias). Son un instrumento de planeamiento estratégico que surge a partir de las Directrices Generales de Ordenación como lo establece el Texto Refundido 1/2000 de las Leyes de Ordenación de Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias y se extenderá hasta el 2020.

Sus objetivos son:

- Promover la competitividad económica.
- Aprovechar las fuentes autóctonas de energía.
- Que para el 2020 el 8% de abastecimiento de energía provenga de energías renovables.
- Obtener el 40% de la electricidad a partir de fuentes renovables.

Actualmente está en aprobación inicial por lo que no tienen competencias reguladoras.

En quinto lugar nos encontramos con el Plan de Acción de la Estrategia Europea 2020, que se trata de un documento redactado por el Gobierno de Canarias con el único objetivo de plasmar las directrices impuestas por la Unión Europea para su correcta ejecución.

En sexto término se encuentran los Cabildos Insulares que tienen una serie de competencias desde el punto de vista energético.

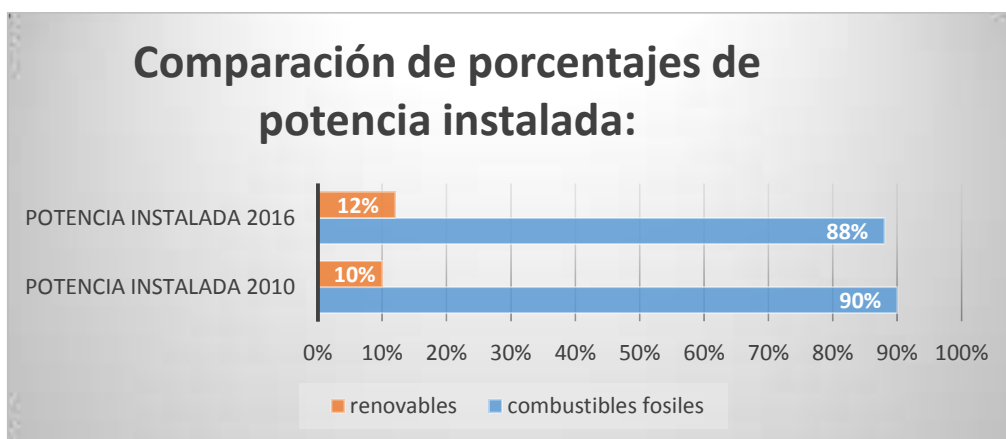
Y por último están los ayuntamientos, que son los encargados de otorgar las licencias de obra y apertura, esta última se concede si está de acuerdo con el Plan General de Ordenación.



(Elaboración propia según información de las DOSE.)

En Canarias los grupos de fuel-oil producen el 56% de la energía convencional y los motores de ciclo combinado el 31%. En el siguiente gráfico vemos que las renovables han aumentado un 2% en el 2016 respecto al 2010 debido a la instalación de la central hidroeléctrica en El Hierro y el aerogenerador de la empresa Gamesa en Arinaga.

Gráfico 1.1: Comparación de porcentajes de potencia instalada en el 2010 y 2016.



(Elaboración propia a partir de los datos publicados en el "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

La demanda de energía eléctrica va unida con la producción eléctrica y podemos ver en la siguiente tabla que la producción eléctrica ha disminuido en los últimos años. A partir del 2009 se empieza a ver una disminución del crecimiento en la producción de energía como consecuencia de la crisis económica del 2008, sin embargo se puede apreciar un aumento en la participación de las energías renovables aumentando un 5,8%.

Tabla 1.1: Evolución de la producción anual bruta de energía eléctrica en Canarias, desglosada por origen:

Año	Centrales térmicas		Refinería y cogeneración		Renovables		Total	
	GWh	Δ (%)	GWh	Δ (%)	GWh	Δ (%)	GWh	Δ (%)
1995	4.356,1	-	614,6	-	64,7	-	5.035,4	-
2000	6.107,8	40,2%	528,9	-13,9%	244,6	278,1%	6.881,3	36,7%
2005	8.444,7	38,3%	320,1	-39,5%	332,3	35,9%	9.097,1	32,2%
2006	8.885,9	5,2%	273,1	-14,7%	333,7	0,4%	9.492,7	4,3%
2007	9.123,9	2,7%	260,3	-4,7%	395,6	18,5%	9.779,8	3,0%
2008	9.170,5	0,5%	276,1	6,1%	665,8	68,3%	10.112,4	3,4%
2009	8.789,7	-4,2%	302,5	9,6%	533,6	-19,9%	9.625,8	-4,8%
2010	8.694,9	-1,1%	183,9	-39,2%	534,6	0,2%	9.413,4	-2,2%
2011	8.642,1	-0,6%	129,5	-29,6%	596,5	11,6%	9.368,1	-0,5%
2012	8.578,0	-0,7%	195,4	50,9%	625,9	4,9%	9.399,3	0,3%
2013	8.320,5	-3,0%	99,4	-49,1%	658,8	5,3%	9.078,6	-3,4%
2014	8.295,5	-0,3%	34,1	-65,6%	680,7	3,3%	9.010,3	-0,8%
2015	8.410,6	1,4%	4,8	-85,9%	688,1	1,1%	9.103,5	1,0%
Tasa interanual de crecimiento (%)								
15/14	1,4%	-	-85,9%	-	1,1%	-	1,0%	-
15/08	-1,2%	-	-43,9%	-	0,5%	-	-1,5%	-
15/06	-0,6%	-	-36,1%	-	8,4%	-	-0,5%	-

(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

2. Energías renovables en Canarias.

2.1 Posición de las energías renovables en Canarias.

Las energías renovables se caracterizan por ser limpias, no emitir CO₂ a la atmósfera, no se agotan, no contaminan y tienen una gran participación en el PIB al generar puestos de trabajo; por otro lado tenemos el gran inconveniente de la inversión inicial. Las fuentes principales que generan electricidad son la eólica y la solar, siendo la que se transforma para generar calor la energía térmica.

Las islas Canarias tienen la gran ventaja de contar con recursos energéticos renovables (las más importantes el viento y el sol) y unas condiciones climatológicas excelentes. La participación de estas energías ha aumentado en los últimos años, como podemos ver en la siguiente tabla de las potencias instaladas en el 2015, la energía eólica ha subido un 0,5% y la fotovoltaica un 0,2%, en cambio la mini hidráulica y la biomasa no han variado.

Tabla 2.1.1: Potencias de las energías renovables instaladas en Canarias, 2015.

POTENCIA:	MW:	INCREMENTO PORCENTAJE :
Eólica	152,6 MW	0,5%
Fotovoltaica	180,6 MW	0,2%
Mini hidráulica	2,0 MW	0,0%
Hidroeólica	6,0+11,3+11,5 MW	0,0%
Biomasa	3,7 MW	0,0%

(Elaboración propia según el "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016).

En cuanto a las producciones, vemos que la energía que más ha aumentado su producción es la hidroeólica, seguida de la eólica y la mini hidráulica. En cambio la fotovoltaica y la biomasa han reducido ligeramente su producción.

Tabla 2.1.2: Producción de las energías renovables en Canarias, 2015.

PRODUCCIÓN:	GWh	INCREMENTO PORCENTAJE:
Eólica	395,3 GWh	1,8%
Fotovoltaica	272,6 GWh	-2,4%
Mini hidráulica	3,6 GWh	3,1%
Hidroeólica	8,6 GWh	699,0%
Biomasa	8,1 GWh	-6,5%

(Elaboración propia según el "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016).

A continuación explicaré las fuentes de energía renovables más importantes en Canarias que son la eólica y la fotovoltaica.

Energía eólica:

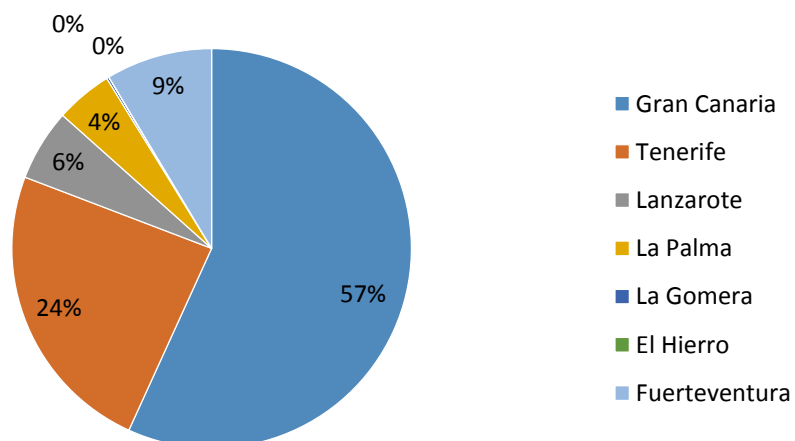
La potencia eólica total instalada en Canarias a 31 de diciembre del año 2015 fue de 152.587 kW, instalándose durante el año 2015 1.050 kW.9



(Reproducido del periódico: Diario de Avisos.)

Como observamos en la siguiente tabla de la distribución porcentual de la potencia eólica instalada en Canarias en el año 2015, del total de KW instalados el 56,8% corresponde a Gran Canaria seguida de Tenerife con un 24%, por lo que podemos concluir que las islas orientales son las que más peso tienen de energía eólica.

Gráfico 2.1.1: Distribución porcentual de la potencia eólica en el 2015, desglosado por islas:



(Elaboración propia a partir de la información recogida en el "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

Por otro lado debemos analizar la producción eléctrica de origen eólico que en el 2015 aumentó un 1,8% respecto al 2014, lo que se debe a las subidas registradas en Gran Canaria, Tenerife y La Palma. Esta energía procede del viento a través de la turbina de aerogeneradores. Como vemos en el gráfico la mayor parte de la producción se concentra en Gran Canaria con un 63,7% seguida por Tenerife con un 19%.

Gráfico 2.1.2: Distribución porcentual de la producción eléctrica de origen eólico en Canarias. 2015.



(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

Energía fotovoltaica:

La potencia total instalada a 31 de diciembre de 2015 fue de 180.624 kWp, teniendo un mayor peso las instalaciones conectadas a la red, esto supone un incremento del 0,2% respecto al año pasado que se repartió entre todas las islas a excepción de La Palma.



(Planta fotovoltaica en una quesería de Fuerteventura. Reproducido del: El Diario.)

Como se puede observar en la tabla, en el 2015 hubo un incremento de la potencia instalada a la red de 432,82 kWp. Las islas que más peso tuvieron en este sector son las capitalinas, Tenerife con un 63,8% y Gran Canaria con un 22%.

Tabla 2.1.2: Evolución anual de la potencia solar fotovoltaica conectada a red en Canarias, desglosada por islas

Año	Gran Canaria	Tenerife	Lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro	Canarias
Antes 2006	399,45	34,03	2,65	125,04	32,32	0,00	0,00	593,50
En 2006	447,92	5.880,31	160,32	9,00	0,00	0,00	24,53	6.522,08
En 2007	2.170,29	15.503,54	347,06	1.536,46	0,00	0,00	0,00	19.557,34
En 2008	20.673,50	48.532,56	2.285,40	2.526,28	2.003,37	0,00	0,00	76.021,10
En 2009	785,41	3.041,19	802,82	1.533,77	255,48	9,24	9,24	6.437,14
En 2010	5.705,30	21.422,27	974,58	1.850,70	1.701,97	0,00	0,00	31.654,80
En 2011	3.821,17	2.890,28	1.916,18	3.097,50	425,33	0,00	0,00	12.150,46
En 2012	5.007,64	15.797,25	1.175,84	2.027,71	112,01	0,00	0,00	24.120,44
En 2013	194,64	1.763,98	64,72	228,68	67,94	0,00	0,00	2.319,96
En 2014	85,60	30,68	0,00	90,96	0,00	0,00	0,00	207,24
En 2015	299,82	38,56	36,75	22,09	0,00	35,60	0,00	432,82
Total	39.590,73	114.934,63	7.766,30	13.048,18	4.598,41	44,84	33,77	180.016,87
Distribución porcentual (%)								
2015	22,0%	63,8%	4,3%	7,2%	2,6%	0,02%	0,02%	100%

(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

En resumen, el total de potencia instalada en las Islas canarias corresponde un 45% a la energía eólica y un 53,7% de la fotovoltaica, el resto (1,7%) se reparte entre las demás energías renovables.

La energía final eléctrica procedente de energías renovables es de un 7,56% sobre el total. Según los datos observados en la tabla 2.1.3 las energías renovables han ido cogiendo mayor peso desde el 2006, a pesar de esto, las energías procedentes de combustibles fósiles siguen teniendo una gran importancia en el mix eléctrico canario.

Tabla 2.1.3: Evolución porcentual de la producción anual bruta de energía eléctrica en Canarias, desglosada por origen

Origen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
% Térmicas	93,61%	93,29%	90,69%	91,31%	92,37%	92,25%	91,26%	91,65%	92,07%	92,39%
% Refinería y cogenerac.	2,88%	2,66%	2,73%	3,14%	1,95%	1,38%	2,08%	1,09%	0,38%	0,05%
% Renovables	3,52%	4,05%	6,58%	5,54%	5,68%	6,37%	6,66%	7,26%	7,55%	7,56%

(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

2.2 Modelos energéticos alternativos para la isla de Tenerife.

Tenerife, según datos de ISTAC, a finales del 2016 cuenta con un total de 891.111 habitantes, siendo la isla más poblada del archipiélago. A esta población debemos sumar el importante desarrollo turístico localizado principalmente en el sur de la isla; este turismo representa la actividad económica más importante de la isla. Todo esto genera un gran consumo de electricidad por lo que llegar a basar toda la generación eléctrica en energías renovables implicaría desarrollar estrategias complejas y costosas. A continuación se presentan una serie de estrategias que ayudarían a que las renovables tuvieran una mayor participación en el mix de generación.

Como comentamos anteriormente, las energías renovables más importantes son la eólica y la fotovoltaica pero también debemos tener en cuenta otro tipo de fuentes de energía alternativa que pueden alcanzar niveles adecuados de desarrollo tecnológico, uso fiable y costes.

La primera fuente es la energía solar térmica, en Canarias se estima a 31 de diciembre de 2015 un total de 117.079 m² de paneles solares térmicos con una capacidad térmica media de 69.591 kWt, donde Tenerife representa el 44,1% del total. La presencia de esta energía ha logrado ahorrar 8.196 toneladas equivalentes de petróleo y evitado la emisión a la atmósfera de 53.505 toneladas de CO₂ durante el año 2015.

En la siguiente tabla se muestran las toneladas de petróleo y de dióxido de carbono evitadas mediante la instalación de esta fuente de energía.

Tabla 2.2.1: Superficie de paneles solares térmicos estimada en Canarias, desglosada por islas

Año	Gran Canaria	Tenerife	Lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro	Canarias	Tep ahorrados	t CO ₂ evitadas
2003	20.596	26.538	4.825	1.561	2.055	1.285	353	57.213	4.005	26.146
2004	22.099	28.103	5.434	1.665	2.360	1.575	404	61.640	4.315	28.169
2005	23.231	29.760	5.766	2.591	2.608	1.769	430	66.155	4.631	30.233
2006	25.506	34.478	6.455	3.628	3.169	2.067	457	75.760	5.303	34.622
2007	27.836	38.194	6.998	3.628	3.169	2.067	457	82.349	5.764	37.633
2008	28.701	38.194	8.138	3.628	3.169	2.067	538	84.435	5.910	38.587
2009	30.919	39.414	8.495	3.961	3.169	2.067	538	88.562	6.199	40.473
2010	33.424	40.625	8.950	3.961	3.169	2.067	538	92.734	6.491	42.379
2011	33.634	41.915	9.069	4.150	3.169	2.067	538	94.541	6.618	43.205
2012	36.258	44.452	10.743	4.405	3.169	2.835	538	102.400	7.168	46.797
2013	37.003	44.687	11.779	4.405	3.193	2.835	538	104.440	7.311	47.729
2014	40.651	45.270	13.192	6.544	3.239	2.835	538	112.269	7.859	51.307
2015	42.990	46.289	13.739	7.393	3.245	2.885	538	117.079	8.196	53.505
Distribución porcentual (%)										
2015	36,7%	39,5%	11,7%	6,3%	2,8%	2,5%	0,5%	100%	-	-

(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

La siguiente fuente es la de origen biomasa, esta se basa en el biogás que es la mezcla de gases de la descomposición de materia orgánica por la acción bacteriana en condiciones anaeróbicas. Desde el 2008 existe una planta de biogás en el complejo ambiental de Arico, Tenerife. Tiene una potencia de 1,6 MW y durante el año 2015 vertió a la red eléctrica 7.018 MWh, lo que supuso una disminución del 13,6% respecto al año anterior.

Tabla 2.2.2: Evolución anual de la potencia y producción de la energía de origen biomasa en Tenerife. Horas equivalentes, Tep ahorrados y toneladas de CO2 evitadas

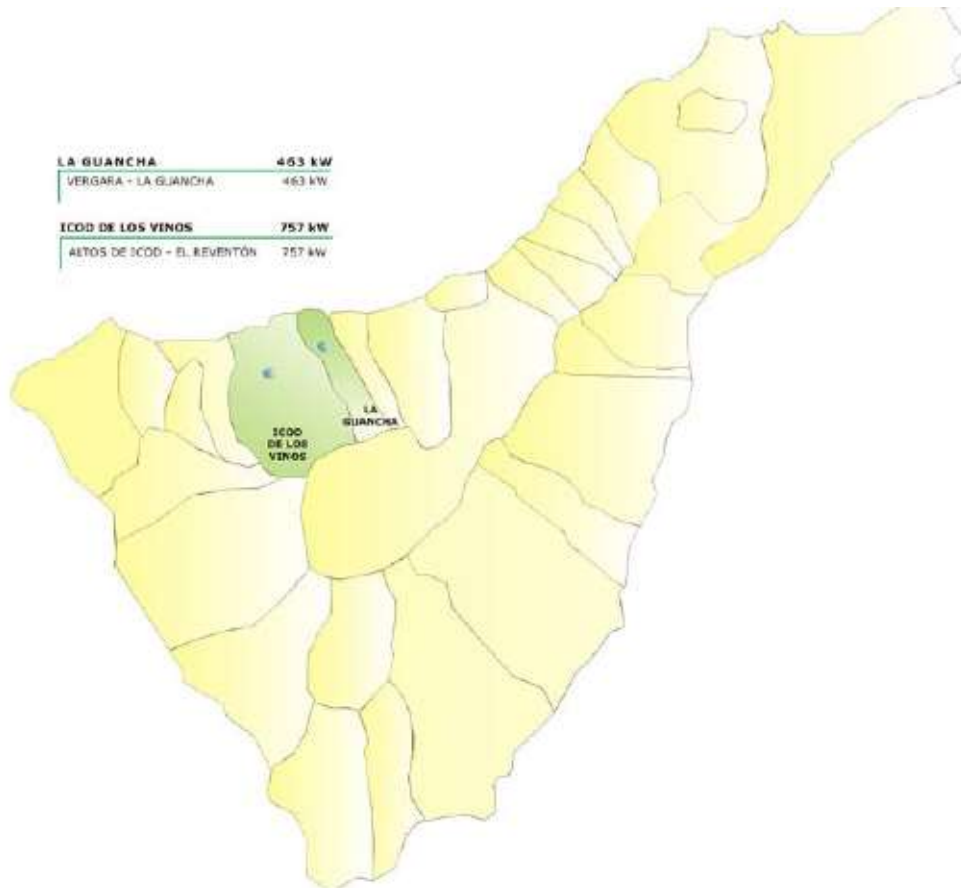
Año	Gran Canaria	Tenerife	Lanzarote	Fuerteventura	La Palma	La Gomera	El Hierro	Canarias	Tep ahorrados	t CO ₂ evitadas
2003	20.596	26.538	4.825	1.561	2.055	1.285	353	57.213	4.005	26.146
2004	22.099	28.103	5.434	1.665	2.360	1.575	404	61.640	4.315	28.169
2005	23.231	29.760	5.766	2.591	2.608	1.769	430	66.155	4.631	30.233
2006	25.506	34.478	6.455	3.628	3.169	2.067	457	75.760	5.303	34.622
2007	27.836	38.194	6.998	3.628	3.169	2.067	457	82.349	5.764	37.633
2008	28.701	38.194	8.138	3.628	3.169	2.067	538	84.435	5.910	38.587
2009	30.919	39.414	8.495	3.961	3.169	2.067	538	88.562	6.199	40.473
2010	33.424	40.625	8.950	3.961	3.169	2.067	538	92.734	6.491	42.379
2011	33.634	41.915	9.069	4.150	3.169	2.067	538	94.541	6.618	43.205
2012	36.258	44.452	10.743	4.405	3.169	2.835	538	102.400	7.168	46.797
2013	37.003	44.687	11.779	4.405	3.193	2.835	538	104.440	7.311	47.729
2014	40.651	45.270	13.192	6.544	3.239	2.835	538	112.269	7.859	51.307
2015	42.990	46.289	13.739	7.393	3.245	2.885	538	117.079	8.196	53.505
Distribución porcentual (%)										
2015	36,7%	39,5%	11,7%	6,3%	2,8%	2,5%	0,5%	100%	-	-

(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

Y por último nombrar la mini hidráulica, esta se obtiene aprovechando la diferencia de cota existente entre dos puntos mediante transformación de la energía potencial del agua en energía cinética.

Tenerife instaló la primera central en Vergara-La Guancha, con una potencia de 463 KW. La capacidad de esta fuente podría verse incrementada gracias a la aportación de nuevos saltos hidroeléctricos en Tenerife, elevando hasta 4 MW la potencia instalada en la isla para el 2020, lo que produciría unos 10.490 MW/h anualmente.

Imagen 2.2.1: Distribución geográfica de las instalaciones mini hidráulicas que se encuentran en Tenerife



(Reproducido del: "Anuario Energético de Canarias 2015" aprobado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento en diciembre de 2016)

2.3 Políticas energéticas.

Como comentamos al principio de este trabajo, Canarias está compuesta por seis subsistemas aislados con características diferentes entre sí. Un sistema aislado se caracteriza por tener un entorno ideal para desarrollar este tipo de energía pero la disponibilidad es limitada, tanto por el espacio físico (las islas más pequeñas) o por la falta de disposición de tecnología necesaria.

Antes de comentar la política energética de Canarias debemos hacer un pequeño inciso y definir qué es una *buena* política energética. Según el Centro Atlántico de Pensamiento Estratégico (CATPE) “una buena política energética consiste en alcanzar un equilibrio entre los objetivos de seguridad y calidad en el suministro a precios competitivos, ejerciendo las actividades de forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente, y favoreciendo un uso eficiente y racional de la energía”.

Las normas de la política energética se definen en torno a 5 ejes:

- Eficiencia en el uso de la energía
- Obtención de precios competitivos para los consumidores
- Calidad del servicio
- Seguridad del suministro
- Sostenibilidad ambiental

Todos los países deben conseguir un adecuado equilibrio entre estos objetivos para conseguir que su política sea equilibrada y prospere en el tiempo.

En las Islas Canarias el documento más reciente de planificación energética es el Plan Energético de Canarias (PECAN 2006) que fue aprobado por el Parlamento de Canarias el 29 de marzo de 2007. Este documento elabora medidas sobre la energía en Canarias a partir de los objetivos propuestos por la política europea.

Los objetivos principales de dicho documento son:

1. Diversificación de fuentes energéticas y potenciación de fuentes autóctonas.
2. Mantenimiento de unas adecuadas reservas estratégicas de hidrocarburos.
3. Existencia de suficiente capacidad de reserva en las instalaciones energéticas.
4. Obligaciones de servicio público y calidad del servicio.
5. Compensación de extra costes en los sectores de electricidad y gas.
6. Reducir un 25% en términos constantes para el 2015 respecto a 2004, el ratio entre energía y PIB.
7. Alcanzar un 30% de generación eléctrica mediante fuentes de energía renovables en 2015.
8. Objetivos de mejora ambiental en las decisiones energéticas.

Estos objetivos se propusieron a partir de la Política Energética de la Unión Europea.

El Gobierno de Canarias realiza y aprueba una revisión del PECAN que somete a información pública en enero del 2012. En ese momento se analiza el grado de cumplimiento de los objetivos vistos anteriormente, proponiendo las medidas necesarias para alcanzarlos o aproximarse a ellos ya que normalmente la mayoría no llegan a cumplirse. Para finalizar se realiza un análisis de situación del sector energético en Canarias, de sus características y de su cercanía o alejamiento a los objetivos previstos.

3 Caso de estudio: sustitución de la central térmica de Candelaria por un modelo de energía hidroeléctrica.

3.1 Antecedentes de la central térmica de Candelaria.

La central térmica de Candelaria constituye uno de los centros productivos de Unión Eléctrica de Canarias Generación, S.A.U, empresa perteneciente al Grupo Endesa, y fue instalada en el año 1967 en el municipio de Candelaria. Está situada en la vertiente sur de la isla de Tenerife a unos 15 km de Santa Cruz de Tenerife.

La instalación de esta central fue fundamental para llegar a satisfacer la gran demanda de electricidad que sufrió la isla por el boom turístico y el sector de la construcción.



(Reproducido del periódico: El Día.es)

En la actualidad cuenta con una potencia instalada de 208,6 MWe y una potencia térmica de 751,86 MWth. Cuenta con dos grupos de vapor. El proceso de generación de energía eléctrica consiste en la combustión de un combustible en la caldera para la producción de vapor sobrecalentado, este se expande en la turbina de vapor haciendo girar sus álabes.

En el 2001 se dieron de baja los grupos de vapor 1 y 2 y los grupos 3 y 4 se dieron de baja en el 2010. Se prevé que para el 31 de diciembre del 2019 se cierre los grupos de vapor que quedan en marcha.

Por el otro lado están los grupos diesel. La central cuenta con 3 motores diesel, todos ellos tienen los siguientes elementos: motor, sistema de lubricación, sistema de refrigeración, sistema de admisión de aire y evacuación de gases de escape, sistemas de aire comprimido, alternador, celda de subestación y armarios eléctricos. Proporcionan una potencia de 12 MW cada uno. Estos grupos entraron en producción ente 1972 y 1973, utilizando como combustible fuelóleo de bajo índice de azufre y gasóleo.

Y por último están las turbinas de gas. La central dispone de tres turbinas con los siguientes elementos: turbina, toma de aire de refrigeración, equipo de lubricación, sistema de combustible, sistema de aceite en mando, sistema de arranque, sistema eléctrico, compuesto por un generador, excitación, módulo de control y baterías, equipos contra incendios y ventilación.

La primera turbina de gas entró en funcionamiento en 1988 con una potencia de 37,5 MW y el segundo con la misma potencia que el anterior se conectó a la red en 1989. En 1972 empezó a funcionar el tercer grupo con una potencia de 17,2 MW. Todos estos grupos usan el gasóleo como combustible.

Endesa declara estar comprometida con el medio ambiente al 100%. Todas sus actividades las realizan de una manera respetuosa con el medio ambiente y conforme los principios del desarrollo sostenible. Una de sus medidas más importantes es la implantación y certificación de Sistemas de Gestión Ambiental en sus instalaciones. El sistema de gestión ambiental incluye los requisitos del Reglamento (CE) N 1221/2009, del 25 de noviembre de 2009, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditorías medioambientales (EMAS).

Este reglamento tiene como objetivos principales facilitar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios, evaluar las actividades implicadas en la gestión ambiental de la central, promover la mejora continua y difundir información fiable sobre el comportamiento medioambiental de la central.

El sistema de gestión ambiental abarca todas las actividades que realiza la central térmica de Candelaria, incluyendo:

- Emisión e inmisión de contaminantes atmosféricos.
- Ruidos al exterior
- Vertidos Hídricos
- Gestión de residuos
- Contaminación del suelo
- Consumo de materias primas y recursos naturales
- Impacto visual
- Otras cuestiones ambientales locales o que afecten a la comunidad.

En el 2005 la central obtuvo el certificado de gestión medioambiental ISO 14001 concedido por AENOR, que acredita que sus actividades se realizan de una forma respetuosa con el medio ambiente. Y en el 2015 obtuvo la certificación EMAS, adquiriendo un compromiso de mejora continua con el medio ambiente verificándola con auditorías independientes. (Información recogida del documento: "Declaración ambiental 2015, C.T.Candelaria")

A pesar de todo esto y de los esfuerzos de la central por estar comprometida con el medioambiente está a la orden del día el desmantelamiento de la central térmica.

Uno de los principales objetivos de las administraciones publicas canarias es recuperar el impulso por las energías renovables por ello han propuesto un proyecto donde se sustituya la actual central por una central hidroeléctrica similar al proyecto Gorona del Viento ya instalado en la isla de El Hierro.

En el artículo de Norberto Chijeb "Nace la Declaración de Las Caletillas contra la introducción del gas" (Diario de Avisos del 14 de septiembre del 2016) se señala que la alcaldesa Mari Brito ya ha mantenido reuniones con los responsables de las instalaciones de Gorona del Viento y con Endesa. La idea que tienen los responsables de este proyecto es trasladar la central hidroeléctrica a los Silos o a Barranco Hondo y devolver el espacio que ocupa la actual central térmica a Candelaria como zona verde. Pero ¿es viable este proyecto?, ¿qué opinión tienen los responsables de Endesa? Para despejar algunas de las dudas que crean este tema he tenido la oportunidad de reunirme con un ingeniero industrial de Endesa encargado de uno de los grupos de la central de Granadilla, con el fin de plantear diferentes cuestiones y temas para lo que se ha establecido una sección de trabajo al rededor de una entrevista formal.

3.2 Entrevista.

El lunes 17 de abril de este mismo año tuve la oportunidad de reunirme con un ingeniero conocedor del sistema eléctrico canario de la empresa Endesa. Por temas de confidencialidad la entrevista se realizó fuera de las dependencias de la central de Granadilla.

Nuestro entrevistado estudio ingeniería técnica industrial en ingeniería electrónica industrial en la universidad de La Laguna, lleva trabajando en el sector eléctrico más de 8 años y concretamente en Endesa 5 años. La entrevista se realizó de forma natural, dando lugar a una charla animada en una cafetería de Granadilla. Pude preguntarle sobre los proyectos futuros que tenía Endesa con la central de Candelaria y si tenían intención de introducir más las energías renovables en la isla de Tenerife.

La entrevista se realizó de la siguiente forma:

Preguntas personales:

- ¿Por qué decidió estudiar ingeniería industrial?

Decidí estudiar ingeniería técnica industrial porque desde siempre he sido más de ciencia numérica que de letras. Además hace 15 años era lo que más perspectivas de futuro tenían.

- ¿Qué puesto de trabajo ocupa actualmente?

Normalmente mi trabajo en la central se basa en el control de turbinas. Controlo informáticamente que todas las turbinas trabajen adecuadamente y pongo en marcha aquellas que fueran necesarias.

Preguntas sobre el debate que nos trae en cuestión:

- ¿Qué control tiene Endesa del sistema eléctrico canario?

Endesa es la encargada de generar el suministro eléctrico en Canarias. Antes del 2004 las subestaciones y líneas de alta y baja tensión pertenecían a Endesa, pero a partir de esa fecha

entró a operar Red Eléctrica España y se hizo con las líneas de alta tensión para acabar con el monopolio eléctrico. REE obliga a las centrales de Endesa mantener una frecuencia de 50.0 Hz para cubrir toda la demanda de la isla. Por ejemplo; si a las 21h se consumen 490 MW, se deben generar 490 MW, nunca se puede generar menos de lo que se demanda.

- Entonces, ¿REE tiene control sobre Endesa?

Si y no, es decir, REE comunica a Endesa los grupos que debe acoplar a la red, las horas a las que lo debe hacer y la carga de los grupos (MW). Endesa aparte de generación también tiene distribución que es totalmente independiente de Red Eléctrica.

- Ya entrando en el tema que nos interesa ¿Endesa ha evaluado la posibilidad de sustituir la actual central de Candelaria por energías renovables?

Si se instalan nuevos grupos de generación sería tras cerrar los vigentes al final de su vida útil y según las subastas de energía que se ganen.

- ¿Por eso ya se han ido cerrando algunos grupos de la central?

Sí, en el 2001 ya se dieron de baja los grupos de vapor 1 y 2 y en el 2010 los grupos 3 y 4. Para diciembre del 2019 se ha previsto dar de baja los últimos que quedan en marcha pero esto mismo se ha hecho porque la vida útil de estos grupos se ha agotado.

- ¿Qué opina de la plataforma ciudadana que está en contra de la central?

Muchos de los ciudadanos de Candelaria quieren el cierre de la central por la contaminación que esta genera. Se han quedado anclados en el pasado y no quieren entender que actualmente se toman una serie de medidas medioambientales para que eso no pase. Endesa está muy comprometida con estos temas y siempre nos esforzamos por minimizar el impacto de la actividad industrial en el medio natural en el que operamos.

Además los ciudadanos también deberían tener en cuenta que la central les genera unos ingresos fijos al ayuntamiento de Candelaria.

- Y para terminar, ¿qué opinión tiene sobre este tema?

Lo que pretenden hacer en Tenerife es un proyecto similar al de Gorona del Viento en El Hierro, un proyecto basado en energía hidroeléctrica. Le recomiendo que lea el artículo “La verdad de la Gorona del Viento” del Diario Renovables. Desde mi humilde opinión creo que está muy bien querer darle mayor importancia a las energías renovables en las islas porque tenemos un sistema climático ideal para ello, pero debemos tener en cuenta que las energías renovables dependen de la climatología del momento. Es un tema muy complejo que se debería de estudiar más para poder llevarlo a cabo.

Lo que está claro es que la generación con energía renovable que se instale debe ir acompañada de una creciente estabilidad del sistema, ya sea con métodos de almacenamiento o alternando con generación convencional.

En conclusión, la entrevista me ha sido de gran ayuda para poder entender qué se pretende hacer en la isla de Tenerife y porqué. Por una parte se aumentará la instalación renovable y por otra parte se renovarán grupos convencionales. Todo ello contribuirá a la seguridad y estabilidad del sistema.

A continuación se hará un breve estudio sobre el proyecto Gorona del Viento, para conocer sus características y sus objetivos. También se analizarán los datos que se han obtenido un año después de su instalación y si han cumplido el objetivo principal de hacer a la isla de El Hierro auto sostenible 100%.

3.3 Proyecto Gorona del Viento.

El proyecto Gorona del Viento (topónimo del municipio El Pinar de la isla de El Hierro) está contemplado en el “Plan para el Desarrollo Sostenible de la isla de El Hierro” realizado en 1997. Se trata de una central de energías renovables que pretende hacer al sistema eléctrico de la isla de El Hierro auto sostenible y 100% ecológico.



En diciembre del año 2004, el consorcio formado por las instituciones Cabildo de El Hierro, la compañía eléctrica Endesa y el Gobierno de Canarias a través del ITC constituyen la empresa “Gorona del Viento El Hierro, S.A.”, con el objeto de promover y explotar la Central Hidro-Eólica.



(Isla de El Hierro reproducido del periódico: El Diario.es)

Esta central hidroeólica será el elemento que mayor contribución aportará, cubriendo, en una primera fase, cerca del 80% de las necesidades energéticas de la isla.

En la actualidad la isla garantiza su suministro de electricidad gracias a una central térmica convencional de 13 MW, situada en Llanos Blancos. Desde esta central, y a través de líneas eléctricas de media tensión (15 kV), se distribuye la electricidad hacia los diferentes puntos de consumo. La central térmica de El Hierro usa como combustible el diesel-oil. El combustible fósil que utiliza la central se transporta hasta la isla en barco, siendo necesario transportar el equivalente a más de 43.000 barriles de petróleo al año.

El problema de las energías renovables es su almacenamiento ya que la electricidad generada debe ser consumida en el mismo momento. A veces hay demasiado viento y poca demanda y otras veces es al revés. Para solventar este problema es necesario recurrir a sistemas de almacenamiento energético que proporcionen estabilidad al sistema eléctrico insular.

Para almacenar esa energía del viento se bombea agua, que posteriormente se deja caer para que mueva una turbina situada al nivel del mar, produciendo la electricidad que la isla consume en el momento en que se precisa.

Para aprovechar la energía del viento que posee la isla se construye un parque eólico, cuya producción eléctrica se utiliza para satisfacer parte de la demanda eléctrica y por otra parte para bombear agua hasta el depósito superior de agua, situado a unos 700 metros sobre el nivel del mar.

El agua almacenada se deja caer por una conducción hasta el nivel del mar, en donde mueve la turbina de una central hidroeléctrica convencional, produciendo la electricidad necesaria según la demanda eléctrica de cada momento. De esta forma, regulando la cantidad de agua que se deja caer por la conducción, se controla la electricidad producida. Junto a esa turbina se halla el depósito inferior, de 225.000 m³, que recoge el agua dulce para su retorno a La Caldereta, cerrando el ciclo. El complejo incluye una desaladora que ayuda a reponer las pérdidas de agua por evaporación.

También se instala una estación de bombeo próxima a la central diésel original, compuesta por varias bombas con una potencia total de 10 MW. Este grupo de bombas impulsa el agua desde un depósito en forma de presa. En la parte superior de este depósito se instalan turbinas hidráulicas. A estas turbinas llega agua que cae desde el depósito superior a través de unos tres kilómetros de tubería enterrada, produciendo energía eléctrica de forma controlada y limpia. La central hidroeléctrica produce una potencia total de aproximadamente 10 MW.

A unos dos kilómetros de La Caldereta, en una zona con un gran potencial eólico, se instala el parque de aerogeneradores de 10 MW.

Imagen 3.2.1: Esquema del funcionamiento de la central Hidro-eólica en el Hierro.



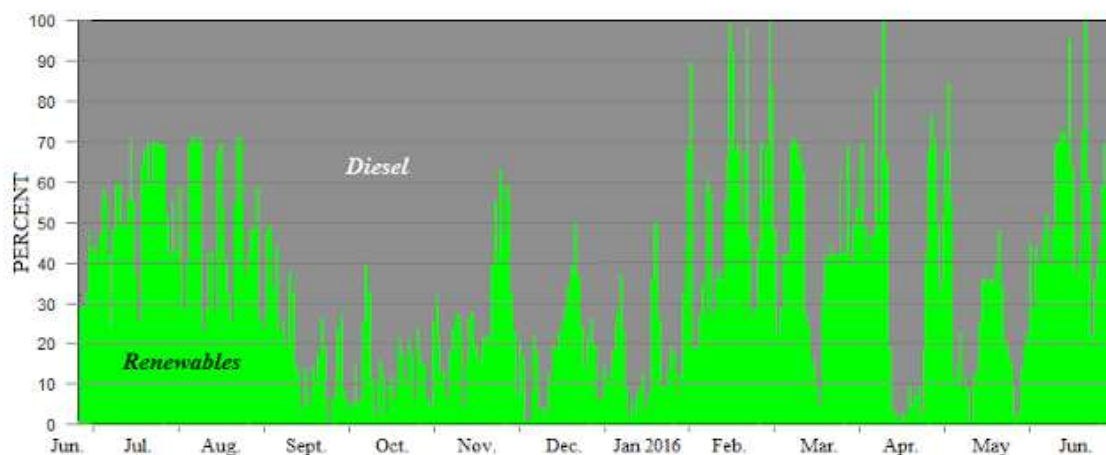
(Reproducido del: Ministerio de agricultura, alimentación y medioambiente. Boletín de la red de parques nacionales.)

Un año después de su instalación se han obtenido los primeros datos públicos. Según el artículo “La verdad sobre Gorona del Viento. Análisis de los datos del primer año de funcionamiento” de Diario Renovables, solo el 34,6% de la energía eléctrica ha sido producida por energías renovables, un porcentaje muy alejado del 100% propuesto en un inicio. El resto (63,6%) sigue siendo abastecido por generadores diesel.

En el siguiente gráfico 3.2.1 se puede apreciar el porcentaje de la energía producida por las renovables para cada día del año, de junio del 2015 a junio del 2016.

Vemos como la energía producida por las renovables es muy irregular, pasando de porcentajes muy bajos a muy altos en muy pocos días. También vemos que los meses con peores datos se encuentran entre septiembre y enero.

Gráfico 3.2.1: Porcentaje de energía producida por energías renovables y diesel comprendido entre junio 2015 y junio 2016.



(Original reproducido del artículo de Sergio Fernández aparecido en Diario Renovables "La verdad sobre Gorona del Viento. Análisis de los datos del primer año de funcionamiento")

Las primeras conclusiones a las que se puede llegar a la vista de este primer año de funcionamiento de la central hidroeléctrica son las siguientes:

- La única fuente de energía renovable de la central es la energía eólica e hidráulica según la capacidad del embalse, lo que hace muy difícil que cubra el 100% de la energía demandada por la isla, ya que este año solo se ha producido el 24,5 GWh de la demanda total de 45.1 GWh
- También debemos tener en cuenta las dimensiones del parque eólico. El parque ha quedado muy pequeño para lo que la isla necesita.
- Otro de los principales problemas es el almacenamiento de energía. El depósito superior de la central solo tiene capacidad para abastecer la demanda durante unos días con ausencia de viento.

4. Resultados acerca del estudio realizado.

4.1 Consideraciones sobre la viabilidad de sustituir la central térmica de Candelaria por una central hidroeléctrica.

Con todo lo estudiado anteriormente de la central térmica de Candelaria y del proyecto Gorona del Viento, podemos concluir a efectos de opinión personal que la sustitución de la actual manera de generar electricidad en la isla de Tenerife por un modelo totalmente hidroeléctrica hoy en día no es un proyecto viable.

Para empezar debemos tener en cuenta las grandes diferencias que existen tanto de población como de extensión de km² que hay entre la isla de Tenerife y el Hierro.

Tenerife cuenta con una extensión de 2034 km² y una población de 891.111 habitantes a finales de 2016. Esto significa que es 7,6 veces mayor y tiene 83,9 veces más población que la isla del Hierro. El pico de demanda eléctrica está alrededor de 500 MW y en El Hierro es de 8 MW (62,8 veces mayor).

Estas cifras dan idea de la magnitud que deberían tener las instalaciones renovables con respecto a Gorona del Viento y a su vez de la magnificación de sus dificultades.

El principal problema de instalar este tipo de fuentes energéticas en las islas se encuentra en el almacenamiento de energía. En el futuro se debe prestar atención al desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía que pueden ayudar a paliar los problemas de continuidad en la energía renovable, tales como la ausencia de sol o de viento.

Por todo ello, se puede decir que la sustitución de la central eléctrica de Candelaria por una central hidroeléctrica no es la mejor manera de conseguir un sistema estable y comprometido con el medio ambiente. Pero si parece posible que de algún modo coexistan las dos instalaciones a la vez u otra instalación convencional. La primera mantendría una gran parte de la demanda eléctrica en los días con buenas condiciones y la segunda aseguraría la otra parte de la demanda de esos días y la totalidad en los días que las condiciones meteorológicas no fueran propicias. Hay que destacar que aunque existe una gran central en Granadilla que puede suministrar el 80% de la electricidad, que se encuentra alejada del principal núcleo de población de la isla y ello puede poner en riesgo el futuro suministro, como sucedió cuando la tormenta Delta dejó destruidas las líneas aéreas de tendido eléctrico entre Güímar y Santa Cruz de Tenerife.

4.2 Perspectivas futuras de las energías renovables en Canarias.

Actualmente las Islas Canarias sufren una gran dependencia del exterior por uso del petróleo por lo que el objetivo principal de introducir fuentes renovables es reducir esta dependencia.

El archipiélago canario cuenta con unas excelentes condiciones climatológicas y abundantes recursos energéticos renovables que permiten introducir con mayor facilidad este tipo de fuentes.

La participación de las renovables en el mix de generación debe ir encaminada al uso intensivo de la energía eólica y fotovoltaica; por ejemplo en la isla de Tenerife hay varios parques fotovoltaicos y eólicos instalados que suponen alrededor de un 10% del sistema eléctrico. Además existen dos centrales térmicas de generación propiedad de Endesa, junto a cuatro turbinas de gasoil instaladas en Arona y Guía de Isora. Todo ello da estabilidad al sistema ya que distribuye los puntos de generación a lo largo de la isla, acercándolos a las mayores concentraciones de consumo.

Parece razonable pensar que hay capacidad de penetración de energías renovables aportando una reducción de costes y de contaminación medioambiental. Pero con las tecnologías actuales se antoja difícil tener una isla totalmente renovable. Hace falta gran cantidad de placas fotovoltaicas y generadores eólicos, inclusive grandísimas balsas en la parte alta y baja de la isla si se quiere apostar por la generación hidráulica. Todos los proyectos pueden ser viables aunque el mayor problema es unirlos todos en un sistema conjunto que aporte fiabilidad y continuidad en el suministro eléctrico

A parte de lo anterior, se debe tener en cuenta que los sistemas de generación convencionales se deberían mantener disponibles en caso de necesidad o respuesta rápida. Si no en su totalidad, en una parte porcentual importante de la demanda total de la isla. Todo ello pensando en el factor crítico del suministro eléctrico con respecto a toda población.

Por otro lado hay más de 30 proyectos a la espera de aprobación por parte de las administraciones públicas que creen posible un cambio en el sistema eléctrico canario, uno de ellos es el propuesto por la ONG ambientalista Greenpeace.

Según esta ONG cambiar el actual modelo energético para hacerlo más sostenible no solo tendría sentido ambiental sino también económico. Generar energía mediante el uso de combustibles fósiles cuesta casi el doble que hacerlo con las renovables. Canarias podría ahorrarse en todo el período hasta 2050, 42.000 millones de euros en su factura energética, con una inversión que sólo superaría en 257 millones anuales la tendencia actual.

Este estudio recogido con el título “Revolución Energética para las Islas Canarias” se desarrolla en dos escenarios con perspectivas al 2050:

- Escenario de referencias:

Refleja la situación si se siguen manteniendo las tendencias y políticas actuales de uso de combustibles fósiles, petróleo y gas.

- Escenario Revolución Energética:

Se cambian las políticas llegando a una producción cero de emisiones para el 2050 con apuestas por la eficiencia y las renovables.

Lo que pretende Greenpeace es que se cree un plan energético de Canarias que integren las actuaciones sobre la demanda, generación de energía, infraestructuras de transporte, distribución y almacenamiento requeridas en el escenario Revolución Energética.

En definitiva, parece ser posible un futuro energético para el archipiélago canario mucho más sostenible que el actual pero hay que llevar a cabo varias acciones que permitan maximizar el empleo de estas energías autónomas, renovables y limpias.

Entre estas acciones se debería mejorar la estabilidad eléctrica para aumentar la penetración de las energías renovables en la red, crear programas de ahorro energético y de agua, aprovechar la energía eólica y solar para la producción de agua en sistemas aislados de las redes eléctricas.

Todas estas acciones deben desarrollarse de la mano de medidas de acompañamiento que garanticen su viabilidad como por ejemplo:

- Crear campañas de publicidad e información.
- Asesoramiento al usuario.
- Cursos prácticos para la creación de técnicos locales.
- Fomento de la creación de empresas locales constituidas a partir de los cuadros técnicos procedentes de los cursos.

Conclusiones.

Como hemos visto durante todo el trabajo, las Islas Canarias se caracterizan por estar compuestas por seis subsistemas aislados con peculiaridades diferentes entre sí. Son territorios de reducido tamaño, con alta vulnerabilidad de suministro y con una gran dependencia del exterior.

En la actualidad, el petróleo representa el 93% de energía utilizada en Canarias, lo que conlleva una gran dependencia del exterior. Por otro lado, gracias al entorno y al clima de las islas las energías renovables van creciendo y consiguiendo un mayor peso en el sector eléctrico. Estas energías permiten reducir la dependencia que hay con el exterior, son limpias, no emiten CO₂ a la atmósfera, no se agotan y no contaminan el medio ambiente.

Comparando los porcentajes de potencia instalada entre el 2010 y el 2016 vemos como las energías renovables han aumentado un 2%, esto se debe sobre todo a la instalación de la central hidroeléctrica en El Hierro y el aerogenerador de la empresa Gamesa en Arinaga (Gran Canaria).

Las fuentes de energía renovables más destacadas en Canarias son la fotovoltaica y la eólica, seguidas de la hidráulica y la biomasa. Como vimos en las tablas del epígrafe 2.1, la energía fotovoltaica aumentó con respecto al año anterior un 0,2% y la eólica un 1,8%, lo que nos lleva a pensar que pueden tener futuro en el archipiélago.

A pesar de todo la energía final eléctrica procedente de energías renovables es de un 7,56% frente al 92,44% de las energías procedentes de combustibles fósiles, que siguen teniendo una gran importancia en el mix eléctrico canario.

Con relación a las políticas energéticas debemos recalcar que muchos proyectos no se terminan de llevar a cabo debido a las dificultades institucionales que ocasionan los diferentes organismos públicos por los constantes cambios de leyes energéticas.

En Canarias, la política se rige a través del documento Plan Energético de Canarias (PECAN) sobre la planificación estratégica. Se han publicado tres PECAN, el último en el 2016 que fue aprobado por el Parlamento de Canarias el 29 de marzo del 2007, el cual está desvirtuado por no cumplir nunca con sus objetivos pero que sigue vigente al no haber otra regulación que lo sustituya. Este documento elabora medidas sobre la energía en Canarias a partir de los objetivos propuestos por la política europea.

En cuanto al caso de estudio que pusimos como ejemplo, referido a la central de Candelaria vimos cómo el proyecto Gorona del Viento de la isla de El Hierro puso de manifiesto la utilidad que tienen las energías renovables en sistemas aislados, con alta radiación solar y con gran influencia del viento. Aunque todavía no se ha llegado al objetivo de una isla auto sostenible 100% se puede decir que la isla va encaminada a un nuevo futuro energético.

El principal problema de promover estas fuentes se encuentran en los grandes depósitos de almacenamiento de agua necesario para almacenar energía en periodos de escasez por lo que en el futuro se debería invertir más en buscar una solución a este problema.

En el caso de la sustitución de la central térmica de Candelaria por una central hidroeléctrica similar a la Gorona del Viento sería un proyecto posible siempre y cuando estuviera acompañada de una cierta estabilidad y seguridad del sistema, tanto con mejores métodos de almacenamiento o con generación convencional.

Con todos los argumentos presentados anteriormente podemos concluir diciendo que un proyecto basado en energías renovables siempre es posible y viable cuando coexistan con sistemas eléctricos convencionales para garantizar la demanda eléctrica. También es importante recalcar que para llegar a un modelo eléctrico más sostenible al actual se deben llevar a cabo ciertas acciones para maximizar el empleo de estas energías y a su vez acompañadas de medidas que garanticen su viabilidad.

Bibliografía y otras fuentes de documentación.

Centro Atlántico de Pensamiento Estratégico (CATPE); Política Energética en Canarias. Horizonte 2030. Obtenido de http://www.catpe.es/wp-content/uploads/downloads/2013/06/CATPE_Politica_Energetica.pdf

Chijeb, Norberto. "Mari Brito: *Queremos el cierre de la central o que se reconvierta con energías renovables*", Diario de Avisos. 14 de septiembre de 2016. Obtenido de <http://diariodeavisos.elespanol.com/2016/09/mari-brito-queremos-cierre-la-central-se-reconvierta-energias-renovables/>

Chijeb, Norberto. "Nace la Declaración de Las Caletillas contra la introducción del gas", Diario de Avisos. 20 de agosto de 2016. Obtenido de <http://diariodeavisos.elespanol.com/2016/05/nace-la-declaracion-las-caletillas-la-introduccion-del-gas/>

Endesa, proyecto Gorona del Viento (2014, 27 de junio). <https://www.endesa.com/es/proyectos/a201610-el-hierro-renovable.html>

Endesa. (2016). Endesa Generación. Obtenido de <https://www.endesa.com/es/sobre-endesa/a201610-generacion-produccion-energia-electrica.html>

Energy Matters. (2016). Energy Matters. Obtenido de <http://euanmearns.com/tag/el-hierro/>

Fernández, Sergio " La verdad sobre la Gorona del Viento. Analisis de los datos del primer año de funcionamiento." del Diario Renovables. 8 de agosto de 2016. <http://www.diariorenovables.com/2016/08/verdad-sobre-gorona-del-viento-el-hierro-analisis-datos.html>

Gobierno de Canarias y Ges plan. (2013). Directrices de Ordenación Sectorial de Energía. Canarias: Consejería de empleo, industria y comercio.

Gobierno de Canarias, Consejería de Empleo, Industria y Comercio, "Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias".

Gobierno de Canarias: Boletín Oficial de Canarias Núm. 158. (1997). Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario. Canarias: Gobierno de Canarias. <https://www.boe.es/boe/dias/1998/01/24/pdfs/A02566-02572.pdf>

Gobierno de Canarias: Boletín Oficial de Canarias núm. 25; 2198. (2011). LEY 2/2011, por la que se modifican la Ley 11/1997, de regulación del Sector Eléctrico Canario. Canarias: Gobierno de Canarias. <https://www.boe.es/boe/dias/2011/02/12/pdfs/BOE-A-2011-2710.pdf>

Gobierno de Canarias: Boletín Oficial del Estado Núm. 260. (2013). Ley 17/2013 para la garantía del suministro e incremento de la competencia en los sistemas eléctricos insulares y extra peninsulares. Madrid: Gobierno de España. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-11332-consolidado.pdf>

Gobierno de Canarias: Consejería de Empleo, Industria y Comercio (Gobierno de Canarias); Revisión del PECAN 2006-2015 (2012). Obtenido de

http://www.gobiernodecanarias.org/ceic/energia/doc/planificacion/pecan/DOCUMENTO_REVISION_PECAN2006.pdf

Gobierno de Canarias: Consejería de Empleo, Industria y Comercio (Gobierno de Canarias); Anuario energético de Canarias 2015 (Diciembre 2016). <http://www.gobcan.es/ceic/energia/doc/Publicaciones/AnuarioEnergeticoCanarias/ANUARIO-ENERGETICO-DE-CANARIAS-2015.pdf>

Gobierno de Canarias: Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias. Anuario Energético de Canarias 2012. <http://www.gobcan.es/ceic/energia/publicaciones/Anuario2012.pdf>

Gorona del Viento S.A. (2015). Gorona del Viento. Obtenido de <http://www.goronadelviento.es/>

Hernández, Hernández, J. (1997). La energía en Canarias. La Laguna.

Moreno, Jessica. "Una central hidroeléctrica sustituirá a la actual planta de Las Caletillas", Diario de Avisos. 11 de septiembre de 2016. Obtenido de <http://diariodeavisos.elespanol.com/2016/09/una-central-hidroelectrica-sustituira-a-la-actual-planta-de-las-caletillas/>

Red eléctrica de España, (Enero de 2016). <http://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-canario>

Trapero, Maximiniano, "Gorona del Viento". La provincia Diario de las palmas 1 de julio de 2014.

UNELCO. (1988). UNELCO: historia de la electricidad en Canarias. Canarias: s.n.

Valverde "El Hierro logra abastecerse al 100% de energía renovable", El Diario de Avisos. 1 de enero de 2016. Obtenido de http://www.eldiario.es/canariasahora/energia/El_Hierro-energias_renovables-abastecimiento-Gorona_del_Viento_0_479452384.html