



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Estudio de viabilidad acerca de instalación de energías renovables, Smartgrid, y mejora de eficiencia energética en núcleos rurales, aplicado en el pueblo de La Almolda.

Feasibility study on renewable energy installation, Smart Grid, and improving energy efficiency in rural communities, implemented in the village of La Almolda.

Autor

Adolfo Terreu Zaballos

Director/es

José Francisco Sanz Osorio



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Año 2017

Estudio de viabilidad acerca de instalación de energías renovables, Smartgrid, y mejora de eficiencia energética en núcleos rurales, aplicado en el pueblo de La Almolda.

RESUMEN

En este trabajo fin de master, se ha realizado un estudio de viabilidad al proyecto una instalación de renovables y tecnologías Smartgrid en el pueblo de La Almolda.

Se ha considerado para el mismo la situación actual del entorno del proyecto y de las energías renovables, tanto en el contexto global, como dentro de la comunidad europea, y el estado español donde se ubica, así como la extrapolación del modelo a nivel comarcal y regional como conclusión final.

Se realiza el estudio de consumidores de la localidad, partiendo de datos de factura, diferentes estudios y documentos sobre curvas de consumo, aplicándolos y adaptando al caso de la manera más cercana posible.

El estudio del contexto global donde se halla inmerso el sistema de energía planteado, se realiza desde el punto de vista técnico, social, e incluso político y legal, definiendo el estado del arte actual, y las líneas de inversión/actuación que se deberían realizar, planteando también posibles modificaciones con respecto a las previsiones tecnológicas de futuro.

Se presentan después las soluciones adoptadas, tanto en energías renovables, como eficiencia energética, y las cifras que aportan dichas soluciones, así como la referencia en anexos de los cálculos de apoyo.

Como final del Trabajo fin de Master, se presentan las conclusiones derivadas, así como la extrapolación de este modelo a otras escalas, regional o provincial, definiendo modelos para una nueva economía con parámetros y referencias de mayor sostenibilidad.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. _____,

con nº de DNI _____ en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
_____, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, _____

Fdo: _____

INDICE

1	INTRODUCCION	6
2	METODOLOGIA	7
2.1	Definición del proyecto	7
2.2	Estructura del proyecto	7
3	FASES PROYECTO	8
3.1	Situación del entorno del proyecto	8
3.1.1	Entorno	8
3.1.2	Tecnologías	8
3.2	Análisis de la demanda	9
3.3	Evaluación de soluciones energéticas	10
4	EVALUACION CON HOMER ENERGY	12
4.1	Metodología de trabajo	12
5	PRESENTACION DE RESULTADOS	13
6	CONCLUSIONES	15
6.1	Valoración técnica	15
6.2	Valoración económica	16
6.3	Valoración social	17
6.4	Valoración legal y política	18
7	BIBLIOGRAFIA	19
7.1	Publicaciones	19
7.2	Referencias Internet	23
8	ANEXOS	25

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 La Almolda. Entorno</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 Curvas de consumo eléctricas</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 Curva de consumo térmico</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 Esquema de la smartgrid de La Almolda</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 Valoración de zonas en vista aérea</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6 Objetivo 100% renovable.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 Comparativa de proyectos</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 Biomasa reciclada y emisiones de dióxido de carbono</i>	<i>14</i>
<i>Figura 9 LCOE y coste neto. Fuente Elaboración propia</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10 Emisiones y Fracción Renovable. Fuente Elaboración propia</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11 Biomasa procesada en planta. Fuente Elaboración propia</i>	<i>17</i>

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

GEI Gases de Efecto Invernadero

SMARTGRID red inteligente dentro red distribuida

DRE energía renovable distribuida

ER, EERR Energía(s) renovable(s)

LA La Almolda

PV Photovoltaic Fotovoltaica

TFM Trabajo Fin de Master

TSO Operador del sistema de transmisión

UE Unión Europea

1 INTRODUCCION

Cuando se comenzó con la idea de este proyecto, empezando los estudios de este master de EERR y eficiencia energética, estaba previsto ya cual sería el trabajo fin de master (TFM), introducción de energías renovables en el entorno de La Almolda, (Figura 1) un pueblo pequeño situado en la comarca de los Monegros, situado en Zaragoza, Aragón; España.



Figura 1 La Almolda. Entorno

En principio el planteamiento era meramente tecnológico, estudiar la viabilidad económica de este proyecto y poco más.

Aunque a medida que se ha avanzado en la propia trayectoria personal, en las asignaturas del master, y también en el conocimiento y estado actual de los diferentes campos que están relacionados con dicho proyecto, el objetivo del proyecto ha crecido.

Los campos de partida de este proyecto son fundamentalmente el entorno en el que está situado el pueblo, tanto desde nivel global al local, los acontecimientos que se producen en dichos entornos, como son el calentamiento global, la globalización de la economía, las políticas a nivel global, continental o local, el cambio climático, etc., que, aunque parecen ajenos a un planteamiento científico, son al final determinantes en los resultados, tendencias y viabilidad de los proyectos.

Una vez situado en este entorno, aparecen más parámetros, que llevan a valorar el estudio de necesidades energéticas del emplazamiento en primer lugar.

Se va a dar una solución tecnológica que pueda ser real y viable técnica y económicamente, dentro del contexto actual, con perspectiva de futuro para esta inversión.

Se tendrá en cuenta además aspectos aprendidos y que en un principio no se tenían en cuenta en el planteamiento inicial.

La introducción de mejoras y ahorros de energía primaria con energías renovables va de la mano también de mejoras y ahorros en la energía consumida a través de la eficiencia energética de los sistemas, y también teniendo en cuenta la sostenibilidad en la carrera de uso de los sistemas adoptados como solución.

2 METODOLOGIA

2.1 Definición del proyecto

En el estudio de un sistema energético cualquiera, la previsión de la demanda es una parte fundamental, a partir de la cual se gestionaba las diferentes fuentes de suministro.

La función de garantizar este suministro obliga a la generación de energía a sobredimensionarse dada la aleatoriedad de la demanda final, y la falta de previsión de la misma.

A medida que la tecnología ha avanzado, la demanda ha ido definiéndose mucho mejor y ajustando mejor también las fuentes de generación y el tamaño del mix energético, aunque aún está sobredimensionado con respecto a energías de origen fósil.

En esta nueva etapa, los avances tecnológicos que ya están al alcance han acercado la energía generada hasta la posibilidad de ser creada por el propio consumidor en su entorno, dando lugar a las redes distribuidas.

Por otra parte, la llegada de las tecnologías inteligentes hace a la demanda prácticamente predecible y controlable en casi su totalidad.

El último factor a tener en cuenta, es el carácter instantáneo de la generación para el consumo de la energía en el sistema convencional, que también está en el despegue de su transformación porque el almacenamiento es ya posible, en todos los niveles de potencia de la red, además de asequible en términos económicos.

En este sentido, se quiere realizar el análisis de este proyecto, una smartgrid en La Almolda, en régimen de autoconsumo inteligente.

El proyecto debe estar basado en fuentes de energía limpias, y valores económicos rentables, a la vez que sostenibles, basados en el bien común, economía colaborativa, y la economía circular, en la medida de lo posible.

El apoyo de la red centralizada actual permitirá además optimizar todo el conjunto de factores presentes.

2.2 Estructura del proyecto

El proyecto se estructura en los siguientes apartados:

1. Fases:
 - Situación del proyecto en el entorno.
 - Un análisis de la demanda.
 - Evaluación del recurso renovable.
 - Definición de la solución.
2. Simulación con el programa Homer Energy
3. Descripción de la solución óptima.
4. Conclusiones

La última parte de conclusiones tiene un apartado propio como resumen del proyecto.

3 FASES PROYECTO

Se ha definido el entorno del proyecto desde todos los entornos que lo afectan.

3.1 *Situación del entorno del proyecto*

El desarrollo de este apartado está incluido en el anexo A, debido a su extensión.

3.1.1 ENTORNO

Se ha valorado en principio la magnitud del problema del cambio climático, producto de la intervención del hombre, y la necesidad de cambiar la forma de generación basada en combustibles fósiles.

Este cambio se realizará introduciendo generación renovable hasta cubrir la demanda total del sistema, sustituyendo la convencional, con un escenario hasta el año 2050, con objetivos de sustitución progresivos. El cambio de las fuentes de generación es posible porque la evolución de las tecnologías, sobre todo la solar y la eólica, han abaratado sus costes, por debajo incluso a los umbrales de la generación fósil. La necesidad de evitar la emisión de GEI posibilitarán también este cambio.

En esta línea, la electrificación del transporte es necesaria puesto que esta parte de demanda de energía primaria, el transporte es de un porcentaje considerable. El vehículo eléctrico (VE), ya evolucionado tecnológicamente, ira sustituyéndolo, cuando se mueva en costes cercanos ya a los de las tecnologías convencionales.

Otro de los problemas es el del excesivo consumo de la economía actual, en algunos casos muy mejorable en términos de eficiencia y cantidad de energía consumida por persona.

El ahorro de energía, a través de mejoras de eficiencia energética, y también en cambiar las pautas de consumo individualmente mejorarán los parámetros de consumo final de energía.

Se ha valorado como final la situación de España para afrontar el cambio de paradigma energético que se avecina. Es necesario un cambio de actitud en las esferas, y caminar en el desarrollo de políticas energéticas de consenso, a largo plazo. También en el conjunto de los ciudadanos para asumir el momento en que el país se encuentra.

3.1.2 TECNOLOGÍAS

El desarrollo de este apartado está incluido en el segundo apartado del anexo A, debido a su extensión. Aquí se habla de todos los aspectos novedosos que las tecnologías han posibilitado para el desarrollo del nuevo mercado energético. También la necesidad de introducción de nuevos elementos o reglas de juego en el mercado eléctrico, que en algunos casos no existen todavía desarrollados legalmente en España.

La legislación del UE, con sus ultimas medidas a través del Winter Package, nos conducirá en ese sentido a políticas comunes en favor del apoyo al consumidor y a los ciudadanos, parte fundamental del nuevo paradigma energético en que el planeta se encuentra.

Se habla también de la necesidad del cambio de los paradigmas actuales de la sociedad, de agentes del mercado como consumidores, a individuos responsables, que buscan el respeto a la naturaleza y a los demás, con valores como economía sostenible, economía circular o el bien común como valores de cambio.

3.2 Análisis de la demanda

Por medio del estudio de los consumos locales, y la elaboración de curvas de consumo, a través de la tesis de Linda Petersen ¹, que establece el estudio de las curvas de consumo a partir de patrones horarios y estadísticos, se definen las curvas de consumo eléctrico y térmico para la localidad de La Almolda.

Estas son las curvas obtenidas de consumo eléctrico y térmico

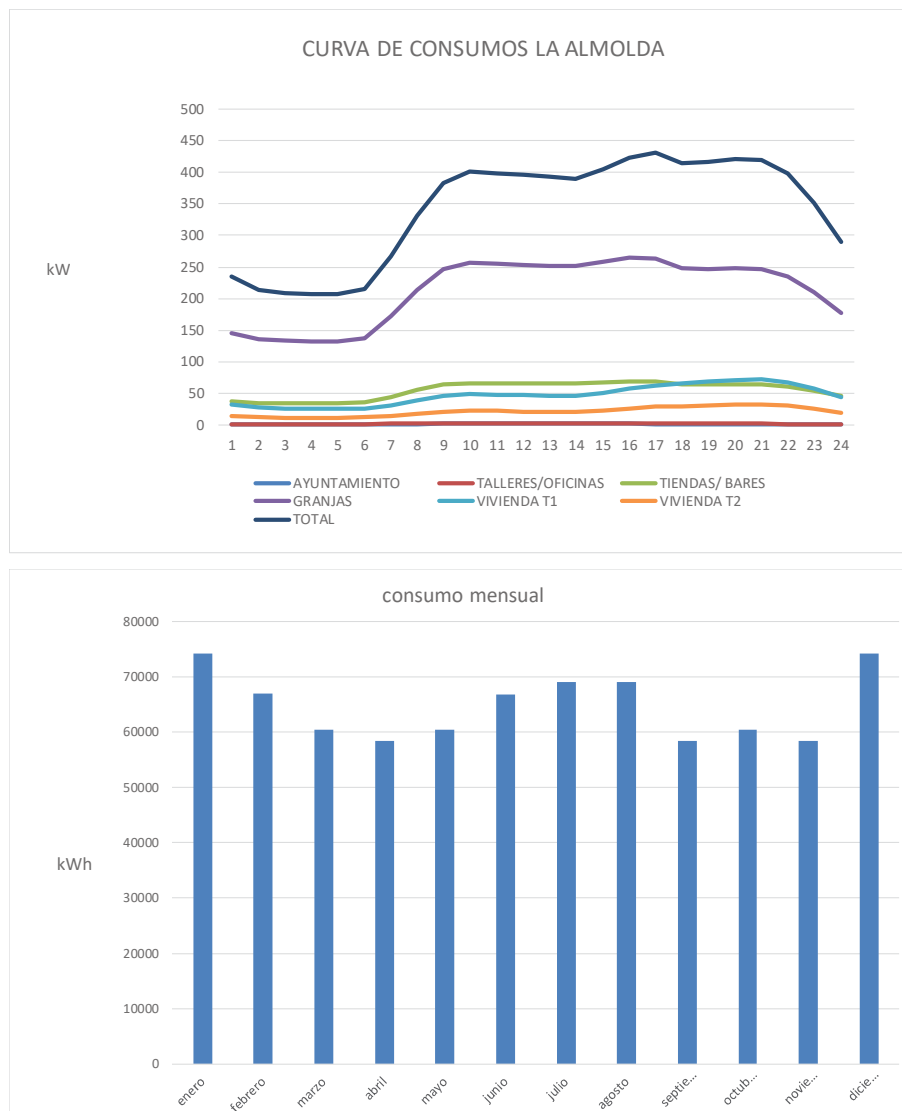


Figura 2 Curvas de consumo eléctricas

¹. Linda Pedersen Trondheim, February 2007
Load Modelling of Buildings in Mixed Energy Distribution Systems
Doctoral thesis for the degree of philosophiae doctor
Norwegian University of Science and Technology Faculty of Engineering Science and Technology
Department of Energy and Process Engineering 5

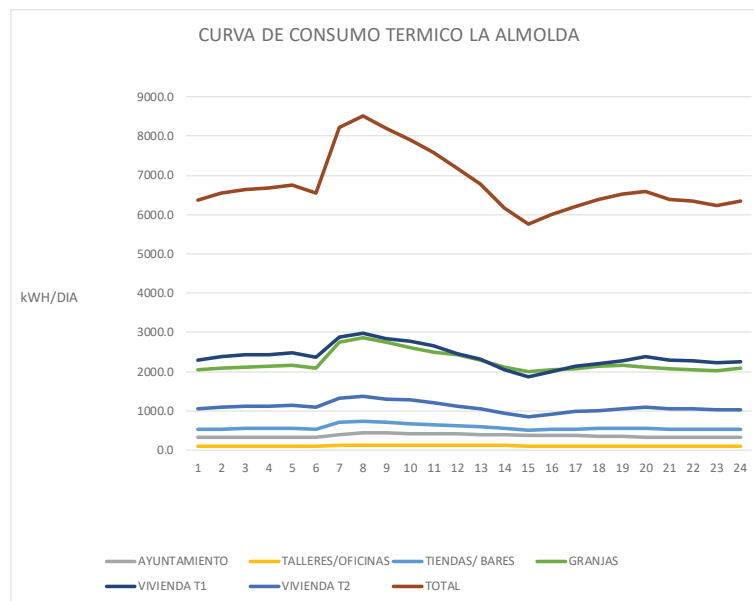


Figura 3 Curva de consumo térmico

3.3 Evaluación de soluciones energéticas

El desarrollo de este apartado está incluido en el apartado segundo del anexo B, debido a su extensión. El objetivo es crear una smartgrid para el pueblo, con una generación común, y una demanda controlada por contadores inteligentes que permitan su gestión.

En una primera parte se definen los recursos posibles existentes en La Almolda, con cifras, eligiendo los aprovechables para la smartgrid que se quiere realizar.

- ✚ Recursos analizados
- ✚ Radiación solar
- ✚ Eólico
- ✚ Hídrico d almacenamiento
- ✚ Reciclado de biomasa
- ✚ Almacenamiento en baterías

En una segunda parte se desarrollan los datos de valoración de las diferentes tecnologías adoptadas para cada recurso:

- ✚ Generación solar
- ✚ Generación eólica
- ✚ Generación con planta de biogás
- ✚ Almacenamiento

Se describen varias tecnologías de almacenamiento que responden a las características del proyecto, de reciclaje completo del material, no contaminantes, y escalable en potencia y energía.

Se elige para evaluación del sistema completo las baterías de flujo, puesto que son las más viables económicamente, además de ser de un fabricante local, Hydraredox.

La solución final, en un esquema del programa Homer, es la siguiente

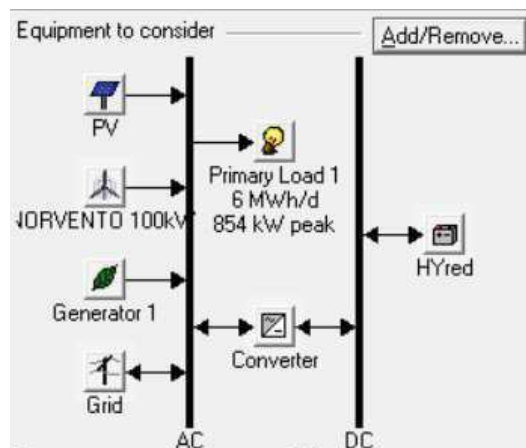


Figura 4 Esquema de la smartgrid de La Almolda

Los emplazamientos elegidos en el pueblo y sus razones:



Figura 5 Valoración de zonas en vista aérea

Zona 1 Eólico

Las curvas son mejores en el llano que en las montañas.

Zona 2 Biogás

Zona baja del pueblo par evitar olores y aprovechar los kW térmicos en la zona de abajo en la que existen bastantes equipamientos del ayuntamiento, y se podría plantear una climatización de distrito más pequeña para estos edificios.

Zona 3 campo fotovoltaico

Zona diáfana sin sombras y bien aireada.

4 EVALUACION CON HOMER ENERGY

El desarrollo de este apartado está incluido en el apartado segundo del anexo B, debido a su extensión.

4.1 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo es la siguiente

1. Definir el coste del proyecto sin generación.
2. Añadir fotovoltaica y buscar un porcentaje de equilibrio
3. Añadir al conjunto eólica y buscar un porcentaje de equilibrio
4. Añadir planta de biogás al conjunto y buscar un porcentaje de equilibrio
5. Añadir almacenamiento de baterías de flujo al conjunto y buscar un porcentaje de equilibrio
6. Definir solución final aumentando la potencia fotovoltaica

El elegir un escenario concreto final es cuestión de búsqueda y valoración en cada paso de unos objetivos concretos, como son:

- ✓ Solución de los problemas concretos de tratamiento de residuos
- ✓ Optimización el tamaño de la red
- ✓ Porcentajes coherentes del mix final
- ✓ Proyecto final económicamente rentable

5 PRESENTACION DE RESULTADOS

Este es la evaluación definitiva de uno de los posibles mix existentes:

Las bases de diseño, algunas ya mencionadas, son:

- ✓ Solución de los problemas concretos de tratamiento de residuos.
- ✓ Optimización del tamaño de la red
- ✓ Porcentajes coherentes del mix final
- ✓ Proyecto final económicamente rentable
- ✓ Escalabilidad para el desarrollo de una red distribuida
- ✓ Posibilidad de realización real
- ✓ Fomento del autoconsumo y la cooperación
- ✓ Desarrollo sostenible

Las posibilidades de optimización son muchas, y en otro escenario, podría ser por ejemplo aprovechable el recurso hídrico analizado, u otros, dependiendo de cada ubicación y tamaño del pueblo a considerar.

Incluso las decisiones de elegir mas fotovoltaica, o mas eólica, por tener mejores condiciones en el emplazamiento, serían acorde a cada escenario y ubicación.

Se ha conseguido la optimización del mix para un porcentaje de renovables 100%

Este modelo es fácilmente escalable y modulable para, por ejemplo, hacer una red distribuida a nivel comarcal.

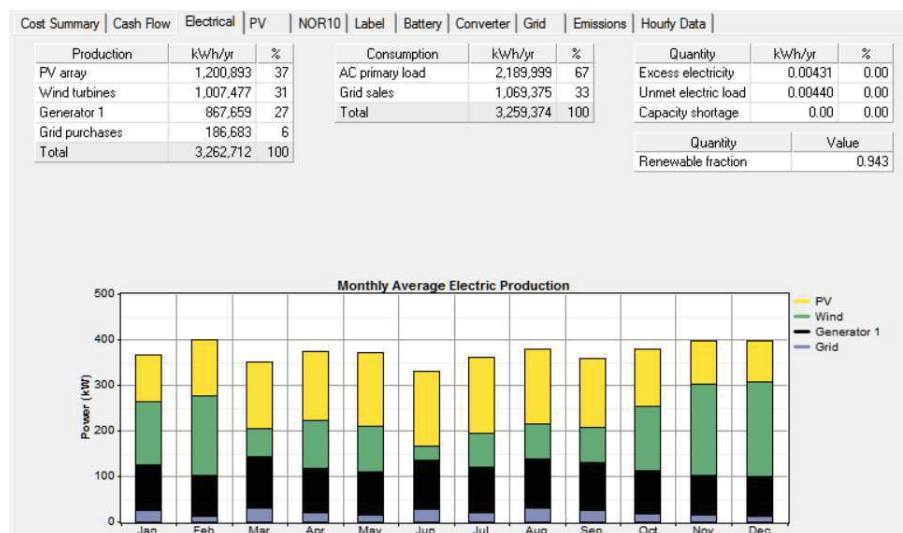


Figura 6 Objetivo 100% renovable.

En principio, se puede destacar el mix 100 renovable (Figura 6), que tiene unos valores de LCOE más bajos que el proyecto de partida.

Pero el valor del proyecto con biomasa también cumple estas expectativas con una generación renovable casi del 100%.

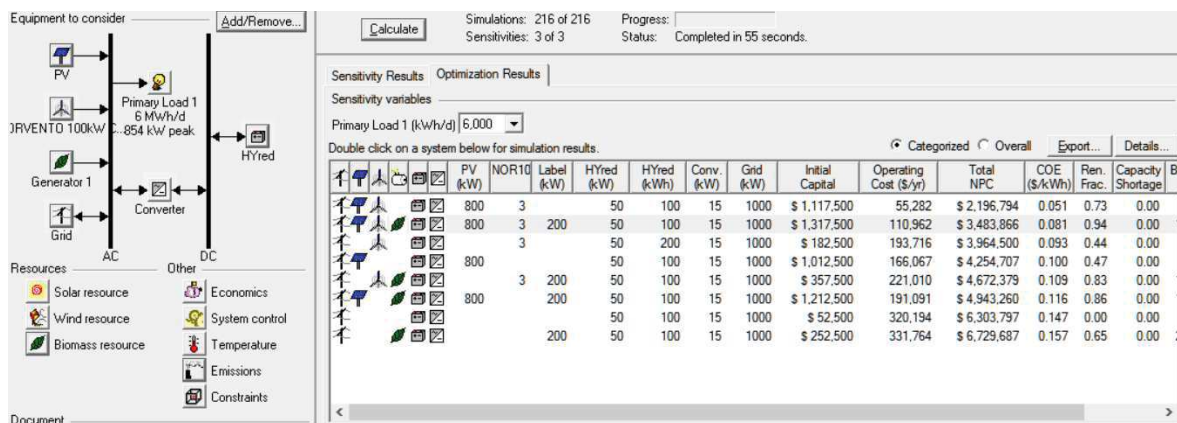


Figura 7 Comparativa de proyectos

El proyecto sin biomasa tiene un valor menor de LCOE, pero se ha conseguido reciclar 14.000 toneladas de estiércol y tener una cuota de emisiones negativa (Figura 8).

Su efecto descontaminante es realmente necesario, y el objetivo final de un mix eléctrico renovable más rentable que el proyecto de partida, se cumple.

Quantity	Value	Units	Pollutant	Emissions (kg/yr)
Bio. feedstock consump.	14,182	t/yr	Carbon dioxide	-350,624
Specific fuel consumption	0.981	kg/kWh	Carbon monoxide	92.2
Fuel energy input	1,299,987	kWh/yr	Unburned hydrocarbons	10.2
Mean electrical efficiency	66.7	%	Particulate matter	6.95
			Sulfur dioxide	-2,419
			Nitrogen oxides	-360

Figura 8 Biomasa reciclada y emisiones de dióxido de carbono

6 CONCLUSIONES

El proyecto que se definía quería valorar todos los parámetros que se necesitan para implantar una Smartgrid de este tipo, y su posible escalabilidad como red distribuida.

Estas son las conclusiones:

6.1 Valoración técnica

El proyecto es viable técnicamente tal y como se ha planteado, y cumple todos los objetivos planteados.

Incluso sería valorable su implantación con el panorama legislativo actual, aunque no recomendable por su inseguridad.

- El único cambio a nivel de consumidor sería el tener contadores inteligentes para realizar políticas de gestión y eficiencia energética en conjunto con el gestor aguas arriba (VPP, Agregador...).
- La generación se gestionaría con una cooperativa de socios para crear una empresa de generación.
- La gestión de la demanda se planearía a través de una cooperativa de comercialización.
- Los acuerdos serían del tipo PPAs, enmarcándose en la legislación actual

Esta solución aporta:

- ✓ la sencillez de la generación conjunta
- ✓ la independencia de cada consumidor con su demanda
- ✓ la gestión de la eficiencia energética.

Por otra parte, este proyecto también valora los criterios de eficiencia energética añadidos:

- ✓ Adaptación de la demanda a la electrificación del transporte y el consumo térmico, con su potencia escalable.
- ✓ Posibilidad de implantación de redes comunes de calor y ACS con el aprovechamiento térmico de la biomasa.

6.2 Valoración económica

El proyecto es rentable económicamente como se ha planteado.

La disminución de costes de las energías renovables ha decantado por fin la balanza en favor de estas últimas, además de por ser energías limpias y no contaminantes.

Podremos observar que todos los parámetros son favorables:



Figura 9 LCOE y coste neto. Fuente Elaboración propia

Las emisiones y comparadas y el porcentaje de renovables

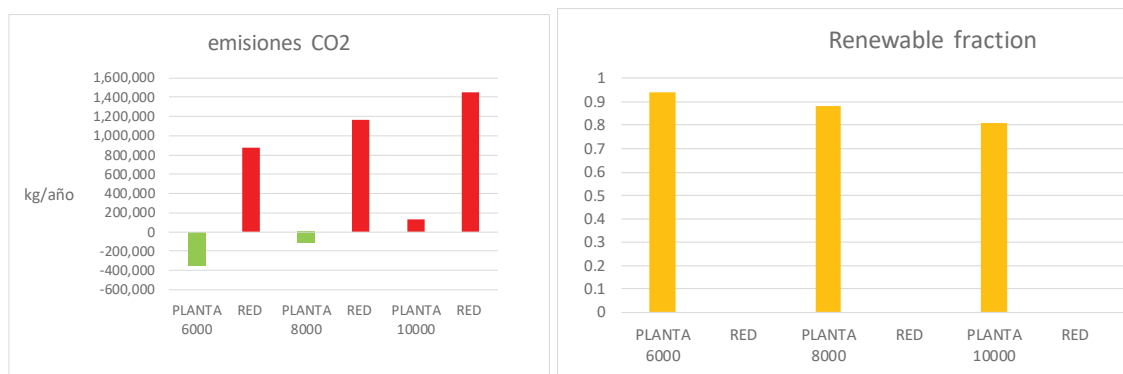


Figura 10 Emisiones y Fracción Renovable. Fuente Elaboración propia

La biomasa tratada en la planta:

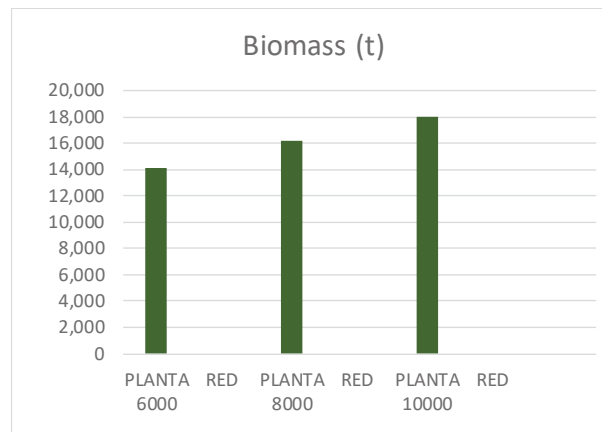


Figura 11 Biomasa procesada en planta. Fuente Elaboración propia

Se puede concluir pues que el proyecto ha cumplido **todas las expectativas marcadas**.

La escalabilidad así planteada es fácilmente realizable, por ejemplo, para todos los pueblos de la comarca de Monegros.

Los grupos de cooperativas generados tendrían un buen número de socios que permitirían actuar como un grupo fuerte en el mercado eléctrico, o en la construcción de la red con los distintos agentes.

Los pueblos tienen todos ellos parecidas características de despoblación, paro local, y falta de inversión.

Con estos proyectos adquirirían un nuevo vector de generación de riqueza local a partir de lo que tradicionalmente es un gasto sin recuperación, la factura de la luz de cada usuario.

Además, se rompería el desequilibrio de la balanza comercial provocado por las importaciones de energías fósiles, en beneficio directo a la economía local.

6.3 Valoración social

El proyecto es rentable socialmente, puesto que favorece los valores de cooperación entre vecinos, integra a todos los colectivos, y desarrolla una cultura de solidaridad y sostenibilidad de la economía.

La escalabilidad así planteada es fácilmente realizable, por ejemplo, para todos los pueblos de la comarca de Monegros.

Los pueblos tienen todos ellos parecidas características de despoblación, paro local, y falta de inversión.

Con estos proyectos adquirirían un nuevo vector de generación de riqueza local a partir de lo que tradicionalmente es un gasto sin recuperación, la factura de la luz.

6.4 Valoración legal y política

Es un hecho reconocido que las leyes españolas no favorecen iniciativas de este tipo.

En una valoración optimista, se considera el hecho de que las leyes europeas favorecerán estas iniciativas legalmente, y que en España se deberá ir por el mismo camino.

Esta legislación es la que abre un camino de esperanza, para que, una vez que se consensuen políticas a largo plazo en el sector energético, sea factible el desarrollo de las redes distribuidas comunitarias.

7 BIBLIOGRAFIA

Bibliografía reflejada en cada anexo en citas al pie

7.1 Publicaciones

ANEXO A

1. IPCC, 2013: "Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
2. Acceso a los datos de los contadores digitales y su uso. Estudio del caso en España y propuestas de mejora para hacer posible el acceso a los datos a terceras partes. Pep Sala ACCO 2017
3. Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study Giovanni Forzieri, Alessandro Cescatti, Filipe Batista e Silva, Luc Feyen
4. Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study Giovanni Forzieri, Alessandro Cescatti, Filipe Batista e Silva, Luc Feyen
5. Energy Climate and Change World Energy Outlook Special Report. 2015. IAE
6. Principales conclusiones del World Energy Outlook 2016 Informe de la fundación para la sostenibilidad energética y ambiental. FUNSEAM. diciembre de 2016.
7. World Energy Outlook 2016 World Energy Outlook Special Report 2016 IEA
8. Principales conclusiones del World Energy Outlook 2016 Informe de la fundación para la sostenibilidad energética y ambiental. FUNSEAM. diciembre de 2016.
9. ¿Es posible el progreso sin combustibles fósiles? Jornadas Club de Roma. Zaragoza 2017
10. Investing in Climate, Investing in Growth A Synthesis. OCDE 2017
11. Energy-Revolution-2015-Summary. Greenpeace
12. ¿Es posible el progreso sin combustibles fósiles? Jornadas Club de Roma. Previsiones IEA Zaragoza 2017
13. ¿ UN MIX ÉLECTRIQUE 100 % RENOUVABLE ? ANALYSES ET OPTIMISATIONS Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ADEME 2013
14. 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. Mark Z. Jacobson& others. Joule. September 2017
15. Power Statistics and Trends: THE FIVE DIMENSIONS OF THE ENERGY UNION. An Eurelectric report. 2015
16. European Commision presents Energy Winter Package 2016. Linklaters.December 2016

17. Energía y Geoestrategia 2017. Instituto Español de Estudios Estratégicos Comité Español del Consejo Mundial de la Energía. Club Español de la Energía. Ministerio de Defensa.
18. Energy Union key indicators. Eurelectric comments on the Commission proposal (November 2015)
19. Winter Package Solutions. Eurelectric's Key Policy recommendations. October 2016
20. Energy Union key indicators. Eurelectric comments on the Commission proposal (November 2015)
27. Las energías renovables en el sistema eléctrico español. 2016. REE
28. Where countries stand on the effort sharing regulation, Europe's largest climate tool. Policy Briefing, March 2017. EU CLIMATE LEADER BOARD www.effortsharing.org
29. BP Statistical Review of World Energy June 2017
33. 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. Mark Z. Jacobson & others. Joule. September 2017
34. Un modelo energético sostenible para España en 2050 Recomendaciones de política energética para la transición. Monitor Deloitte. 2017
35. ¿Es posible el progreso sin combustibles fósiles? Jornadas Club de Roma. Zaragoza. 2016
37. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. Carlota Pérez. Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, No.1, pp. 185-202
38. Manual de la Energía. Resumen ejecutivo Energía y sociedad
39. . García-Gracia, Miguel; Yusta Loyo, José María; Giménez de Urtaun, Laura; Fernández González, José Luis; Bruna, Jorge; Melero, Julio J.; Watson, David, "RE Grid Integration and Distributed Generation: Standards and Electric Markets", 2013, ISBN:978-84-695-7750-9
40. José María Yusta Loyo, "Contratación del suministro eléctrico: oportunidades y estrategias para reducir el coste de las facturas eléctricas ", Ed. Paraninfo, 2013, ISBN: 9788428334891
42. Installed Cost Benchmarks and Deployment Barriers for Residential Solar Photovoltaics with Energy Storage: Q1 2016. NREL 2107
43. E-storage: Shifting from cost to value Wind and solar applications 2016 WEC
44. E-storage: Shifting from cost to value Wind and solar applications 2016 WEC
45. VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA UN SUMINISTRO ELÉCTRICO 100 % RENOVABLE EN ESPAÑA. Santiago Galbete Goyena. Pamplona 2013
46. .ADVANCED ENERGY NOW 2017 Market Report Global and U.S. Market Revenue 2011-16 and Key Trends in Advanced Energy Growth. Navigant Research

48. .Global EV outlook 2017 Two million and counting. IEA 2017
49. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future: European Smart Grids Technology Platform Brussels 2016
50. Desarrollo de las redes eléctricas inteligentes (smart grids) en España. FutuRed - BCG
51. Utility of the future. An MIT Energy Initiative response to an industry in transition. MIT 2017
52. Towards smarter grids: Developing TSO and DSO roles and interactions for the benefit of consumers. ENTSOE
53. Energy Transition Outlook Renewables, power, and energy use: Forecast to 2050. DNV GL 2017
54. DSO and TSO Roles and Responsibilities in the Decentralized Energy Future. Lorenzo Kristov California ISO
55. ADVANCED ENERGY NOW 2017 Market Report. Navigant Resarch 2017
56. Manual de la Energía. Electricidad. Energia y Sociedad 2016
59. Acceso a los datos de consumo eléctrico de los contadores digitales y su uso. Estudio del caso en España y propuestas de mejora para hacer posible el acceso a los datos a terceras partes.
Pep Salas, Autorita Catalana de la competencia ACCO Enero 2017
60. Transacciones entre iguales (p2p). un paso adelante. Autoridad Catalana de la Competencia ACCO 2017
61. A review of the development of Smart Grid technologies Maria LorenaTuballa, Michael Lochinvar Abundo b
63. . María Concepción Cánovas del Castillo. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales. Desde 1998 ha estado vinculada al Ministerio de Industria y Energía como Directora Técnica del Gabinete de la Secretaría General de Energía, Directora del IDAE y Vocal Asesor del Ministro para temas energéticos.
<http://blogs.20minutos.es/la-energia-como-derecho/2017/11/02/el-paquete-de-energia-limpia-una-decada-perdida-para-la-energia-y-el-clima/>
64. . Climate Change Performance Index. CCPI German watch, New Climate Institute y Climate Action Network. Noviembre 2017
65. Fernando Ferrando Vitales. Hacia una nueva cultura de la energía.
66. Artículo 45 Constitución española
67. Informe basado en indicadores. Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España Edición 2016
<https://www.energias-renovables.com/panorama/a-el-sistema-energetico-espanol-perpetua-su-20170330>
68. Hacia la Ciudad 4.0. Análisis y perspectivas de las Smart Cities españolas. KPMG Siemens N0viembre 2017

71. La sostenibilidad demográfica de la España vacía. Joaquín Recaño. Centre d'Estudis Demogràfics. Universitat Autònoma de Barcelona
72. SMART CITIES DOCUMENTO DE VISIÓN A 2030 Grupo Interplataforma de Ciudades Inteligentes GICI 2015

ANEXO B

1. Consumos del Sector Residencial en España Resumen de Información Básica IDEA 2009
2. PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España. INFORME FINAL IDAE 2009.
3. Load Modelling of Buildings in Mixed Energy Distribution Systems. Linda Pedersen February 2017
4. An International Survey of Electrical and DHW Load Profiles for Use in Simulating the Performance of Residential Micro-cogeneration Systems
6. The Future Arrives for Five Clean Energy Technologies – US department of energy 2016 Update September 2016
7. PV GRID PARITYMONITOR Commercial Sector 3rd issue. Creara Energy experts June 2016
10. BIOMASA. Digestores Anaerobicos IDEA 2007
11. MANUAL DE BIOGAS. Ministerio de Energía Chile 2011
12. . Hacia un sistema eléctrico 100% renovable. El ejemplo de Francia y su extrapolación a España Observatorio critico de la energia
13. Viabilidad técnico-económica para un suministro eléctrico 100% renovable en España.Santiago Galbete Goyena Tesis doctoral Universidad Navarra 2013
14. The Future Arrives for Five Clean Energy Technologies – US department of energy 2016 Update September 2016
16. LAZARD'S LEVELISED COST OF ENERGY INSTALATIONS — VERSION 11.0 LAZARD
17. A Polyionic, Large-Format Energy Storage Device Using an Aqueous Electrolyte and Thick-Format Composite NaTi₂(PO₄)₃/Activated Carbon Negative Electrodes
18. Optimal Economical Schedule of Hydrogen-Based Microgrids With Hybrid Storage Using Model Predictive Control
Felix Garcia-Torres and Carlos Bordons, Member, IEEE
19. LAZARD'S LEVELIZED COST OF STORAGE ANALYSIS-VERSION 3.0.

ANEXO C

Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH). Versió 2017.

7.2 Referencias Internet

ANEXO A

21. <http://elperiodicodelaenergia.com/portugal-se-convierte-en-referencia-europea-para-el-sector-de-las-renovables/>
22. <https://www.energias-renovables.com/panorama/la-moratoria-renovable-dispara-las-emisiones-de-20170816>
23. <https://www.energias-renovables.com/panorama/la-moratoria-renovable-dispara-las-emisiones-de-20170816>
24. <https://www.energias-renovables.com/panorama/las-ayudas-al-carbon-que-propone-el-20170517/>
25. <https://m.elblogsalmon.com/sectores/las-energeticas-cubren-el-coste-de-desnuclearizar-alemania-toda-la-informacion>
26. <http://www.publico.es/internacional/energia-nuclear-francia-compromete-cerrar-17-reactores-nucleares-2025.html>
30. <https://www.smartgridsinfo.es/2017/04/04/presentado-informe-2016-observatorio-energia-sostenibilidad-espana>
31. <https://www.energias-renovables.com/panorama/a-el-sistema-energetico-espanol-perpetua-su-20170330>
32. http://www.bp.com/es_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2017/espana-necesita-transicion-energetica-urgente-hacia-sistema-mas-sostenible.html
37. <http://www.revistaespacios.com/a13v34n03/13340302.htML>
41. <http://www.crowdfundres.eu/news/beyond-borders-renewable-energy-crowdfunding-europe/>
47. <https://www.bloomberg.com/features/2016-ev-oil-crisis/>
57. <http://energiaenmovimiento.com.ar/entender-riesgo-contraparte-esencial-marco-energias-renovables-argentina/>
58. http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-10/features/amr-vs-ami.html
62. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_es
69. <https://www.sonnenbatterie.de/en/sonnenCommunity>
70. <https://ecoinventos.com/feldheim-primer-pueblo-aleman-independiente-energeticamente/>

ANEXO B

CITAS INTERNET

5. <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
8. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/DRcalc.php>
9. <http://atlaseolico.idae.es/meteosim/>
15. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

8 ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E