



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

ESTUDIO DEL ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO COMO VECTOR EN LA REPOBLACIÓN DE UN PUEBLO ECOSOSTENIBLE (LACORT, HUESCA)

AUTOR: AGUILAR RAMOS, CARLOS

TUTOR: PEÑALVO LÓPEZ, ELISA

Curso Académico: 2019-20

«A mis padres,
apoyo incondicional durante toda la vida»

RESUMEN

El éxodo rural es uno de los principales problemas socioeconómicos que afectan actualmente a la sociedad, el cual, definirá la civilización del futuro. Estos núcleos rurales son la cuna del sector primario, base de nuestra economía, y parte viva de la historia de nuestro país.

En la era de la concienciación ambiental y la sostenibilidad, cualquier actuación debe partir de estos lemas, en este caso concreto, la solución es otorgar a la región de abastecimiento eléctrico, principal factor de habitabilidad a largo plazo, y este abastecimiento no puede limitarse a un análisis puramente energético y sobredimensionad. El parámetro delimitador está definido la principal fuente energética que requiere el ser humano, la alimentación.

A partir de estas máximas de sostenibilidad, se realizará el estudio de diversas alternativas de suministro eléctrico para un pueblo rural aislado, realizando la toma de decisiones final mediante un proceso consensuado desde diversos puntos de vista (económico, técnico, ambiental y social), logrando lo que podría ser el pueblo sostenible del futuro.

RESUM

L'Èxode rural és un dels principals problemes socioeconòmics que actualment afecten la societat, la qual cosa definirà la civilització del futur. Aquests nuclis rurals són el bressol del sector primari, la base de la nostra economia, i una part viva de la història del nostre país.

En l'era de la sensibilització ambiental i la sostenibilitat, qualsevol acció s'ha de basar en aquests eslògans, en aquest cas particular, la solució és donar a la regió de subministrament d'electricitat, el principal factor d'habitabilitat a llarg termini, i aquest subministrament no es pot limitar a l'anàlisi purament energètic i de grans dimensions. El paràmetre delimitador es defineix la font d'energia principal que l'ésser humà requereix, el poder.

A partir d'aquestes màximes de sostenibilitat, es realitzarà l'estudi de diverses alternatives de subministrament d'electricitat per a un poblat rural aïllat, realitzant la presa de decisions definitives mitjançant un procés concurrent des de diversos punts de vista (econòmic, tècnics, mediambientals i socials), aconseguint el que podria ser el poble sostenible del futur.

ABSTRACT

Rural exodus is one of the main socio-economic problems that currently affect society, which will define the civilization of the future. These rural cores are the cradle of the primary sector, the basis of our economy, and a living part of our country's history.

In the era of environmental awareness and sustainability, any action must be based on these slogans, in this particular case, the solution is to give the region electricity supply, the main long-term habitability factor, and this supply does not can be limited to purely energetic and oversized analysis. The delimiter parameter is defined the main energy source that the human being requires, the power.

From these sustainability maxims, the study of various electricity supply alternatives for an isolated rural village will be carried out, making final decision-making through a concurrent process from various points of view (economic, technical, environmental and social), achieving what could be the sustainable people of the future.

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.1. MOTIVACIÓN | 6 |
| 1.2. INFORMACIÓN INICIAL..... | 7 |
| 1.3. HERRAMIENTAS | 8 |
| 2. EL PUEBLO | 10 |
| 2.1. LOCALIZACIÓN | 10 |
| 2.2. HISTORIA..... | 11 |
| 2.3. NORMATIVA..... | 13 |
| 2.4. VIVIENDAS..... | 13 |
| 2.4.1. CASAS TIPO..... | 13 |
| 2.4.2. ANÁLISIS TÉRMICO | 15 |
| 2.5. HUERTO SOSTENIBLE | 21 |
| 2.6. DEMANDA ELÉCTRICA..... | 23 |
| 2.6.1. SECTOR RESIDENCIAL | 23 |
| 2.6.2. SECTOR TERCARIO | 26 |
| 2.6.3. INSTALACIONES..... | 28 |
| 2.6.4. DEMANDA TOTAL..... | 31 |
| 2.7. RECURSOS NATURALES..... | 33 |
| 2.7.1. RADIACIÓN SOLAR..... | 33 |
| 2.7.2. RECURSO EÓLICO | 35 |
| 2.7.3. RECURSO HÍDRICO..... | 36 |
| 2.7.4. BIOMASA | 37 |
| 2.7.5. COMBUSTIBLES FÓSILES..... | 39 |
| 3. SUMINISTRO ELÉCTRICO..... | 40 |
| 3.1. TECNOLOGÍAS A ANALIZAR | 40 |
| 3.1.1. ALTERNATIVA 1- Fotovoltaica, eólica, baterías y biomasa | 41 |
| 3.1.2. ALTERNATIVA 2 – Biomasa, hidráulica fluyente, fotovoltaica y baterías..... | 42 |
| 3.1.3. ALTERNATIVA 3 – Biomasa y diésel | 43 |
| 3.1.4. ALTERNATIVA 4 – Suministro tradicional a red | 44 |
| 3.2. APLICACIÓN DEL ANALISIS JERARQUICO (AHP)..... | 47 |
| 3.2.1. CRITERIOS APLICABLES | 47 |
| 3.2.2. CÁLCULO DE MATRICES DE SUBCRITERIOS | 48 |
| 3.2.3. EVALUACIÓN DE PRIORIDADES | 52 |
| 3.3. SOLUCIÓN FINAL | 54 |
| 4. CONCLUSIÓN | 56 |
| 5. PRESUPUESTO | 57 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |
| 7. ANEXOS..... | 61 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto trata de estudiar las posibles soluciones para abastecer de suministro eléctrico a una pequeña población despoblada y desconectada actualmente de la red, desde la base de la sostenibilidad, y obteniendo una solución consensuada desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental.

Obteniendo así un entorno rural adaptado a los requisitos sociales actuales, desde la eficiencia en todos los ámbitos, energéticamente mediante un sistema aislado de la red con autonomía propia, hasta agroalimentariamente mediante el dimensionado de un huerto sostenible acorde a la población de diseño.

1.1. MOTIVACIÓN

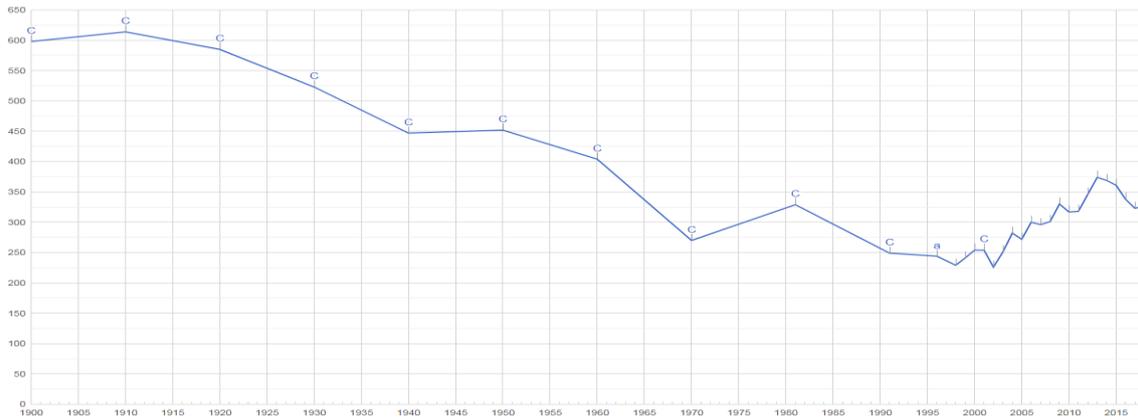
La principal motivación es contraponerse a la tendencia actual de aprovechar cualquier tipo de suelo para la construcción y edificabilidad, desde este punto de vista se busca la sostenibilidad de la población a pequeña escala, obtener los recursos básicos para su alimentación, en conjunto con la energía necesaria para su desarrollo. Tratar de evitar el rápido ritmo de cambio que sufren las sociedades modernas, con elevados consumos energéticos y elevada generación de residuos.

A raíz de la crisis económica, y el aumento de la concienciación por el medio ambiente, ha aumentado el número de jóvenes que se interesan en la vuelta al entorno rural, pero este entorno debe estar adaptado a las necesidades del siglo XXI, corrigiendo los factores que causaron el éxodo rural en el siglo pasado. La repoblación por parte de población joven que formen un núcleo estable y de larga duración en el lugar es vital, en concordancia con las acciones gubernamentales que se están comenzando a aplicar.

Entre estas acciones destaca el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021, orientado a jóvenes de menos de 35 años, otorga incentivos económicos a este rango demográfico para vivir en municipios de menos de 5000 habitantes, como es el caso de Fiscal, con 327¹ habitantes en 2018.

El municipio de fiscal cuenta con una proyección al alza de su población [Gráfica 1], así como una pirámide poblacional de tipo regresiva, al igual que ocurre a nivel nacional, con población joven pero baja natalidad. Por tanto, acorde a esta demografía, fiscal está atrayendo jóvenes actualmente, y podría hacerlo en mayor medida con medidas como esta, favoreciendo los núcleos existentes en el pasado.

¹ Instituto Nacional de Estadística - Censos de Población y Viviendas 2011. Resultados Municipales



GRÁFICA 1 - EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL MUNICIPIO DE FISCAL - FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

1.2. INFORMACIÓN INICIAL

La información relativa a parcelación, normativa y distribución de áreas ha sido consultada en el Plan Especial de Rehabilitación de Janovas, Lavelilla y Lacort. Elaborado por el Ayuntamiento de Fiscal en 2010 con el fin de subsanar la expropiación de propiedades² que ocasionó el abandono y deterioro de las mismas, mediante medidas de protección e intervención que permitan la reurbanización de dichos núcleos, Lacort entre ellos.

La información más relevante se obtiene a partir de los planos basados en bocetos realizados en 1987 y diversas ortofotos tomadas el año de la expropiación de 1959.

En el primer plano de interés se representa la clasificación del suelo (urbano, urbano no consolidado, no urbano, no urbanizable con protección paisajística regulada por P.E. y no urbanizable regulado por PGOU) zonificación (residencial casco, terciario, hotelero, casa aislada, borda aislada, equipamiento, zona verde) acceso principal, caminos tradicionales y otros elementos orográficos.

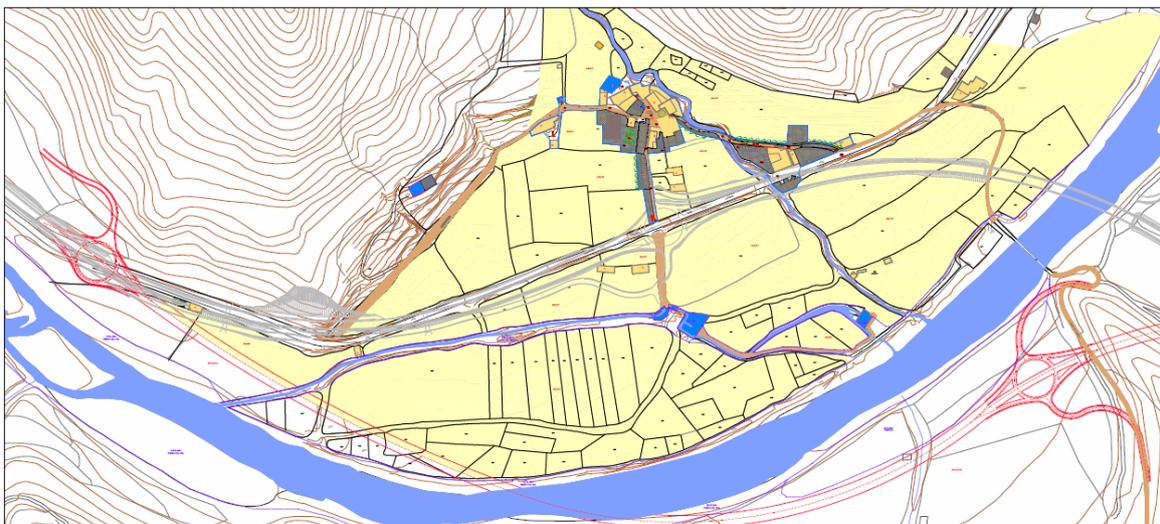


ILUSTRACIÓN 1 - CLASIFICACIÓN DEL SUELO LACORT - FUENTE: PLANO LAC-O.01 PLAN ESPECIAL DE LAVELILLA-LACORT

² Cronología de la expropiación causada por el embalse de Janovas. Consultado en: janovas.org/sucesos/historia

El otro plano de mayor interés es el de alineaciones y rasantes, además de la zonificación anterior, representa la alineación de parcelas edificadas y no edificadas, alineaciones interiores, muros en buen estado, escaleras existentes) rasantes y alturas (número de plantas, aprovechamiento bajo cubierta).

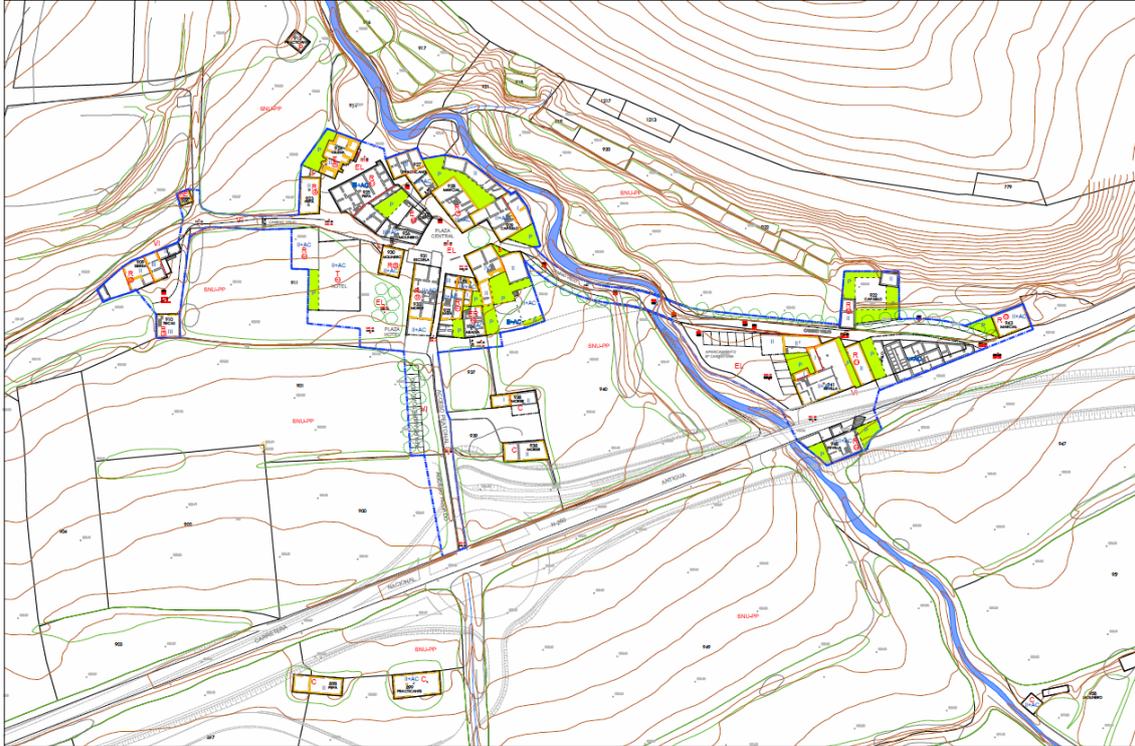


ILUSTRACIÓN 2 - ALINEACIÓN Y RASANTES – FUENTE: PLANO O.03 PLAN ESPECIAL DE LAVELLILLA-LACORT

Con esta información se tiene una idea muy clara de cómo era el pueblo, y es clave para determinar el tipo de uso aplicable a cada zona, se analizará en la sección **NORMATIVA**.

1.3. HERRAMIENTAS

HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) diseñado: por Homer Energy LLC en Estados Unidos, es el principal software de cálculo utilizado. Mediante la introducción de diversas tecnologías y sus parámetros característicos, se permite optimizar la casación de la demanda configurada con diferentes combinaciones tecnológicas. El tipo de tecnología utilizada en cada alternativa depende principalmente de la cantidad de recurso, asociado a esa tecnología, existente en la región de estudio.



PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) es una herramienta digital elaborada por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, permite dimensionar instalaciones fotovoltaicas de diferente índole, así como acceder a los datos de radiación e irradiancia en los que se basan

estos cálculos, para poder tratarlos mediante otros programas, en este caso se utilizará la irradiancia media mensual.

Es un software elaborado por Autodesk, es una herramienta muy versátil que en este caso ha sido utilizada para la digitalización de planos para permitir la utilización de los mismos es otras herramientas, y en la medición de cotas y áreas a partir de planos normalizados.



CYPECAD MEP es un software de dimensionado de instalaciones de edificios. Utilizado para la modelización tridimensional de las viviendas tipo y cálculo de cargas térmicas. El estudio térmico está basado en el cumplimiento del Código Técnico de Edificación, concretamente en el Documento Básico para Ahorro de Energía, así como en el procedimiento simplificado para la certificación energética Ce2. El cálculo se realiza mediante la simulación anual por zonas del acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, con la validación descrita en la Norma EN 15265:2007. Utiliza el modelo equivalente de resistencia-capacitancia de tres nodos en base horaria.

2. EL PUEBLO

El núcleo rural que consideramos en este estudio, está enclavado en uno de los valles más significativos del pirineo oscense, el Valle de Ara, a 721 msnm, cuenta con una situación y una historia únicas. A continuación, se describen sus principales características.

2.1. LOCALIZACIÓN

Lacort está situado en un enclave privilegiado, entre el pre-Pirineo formado por la Sierra de Guara y el pirineo oscense correspondiente al Parque Natural de Ordesa y Monte Perdido, estas dos formaciones rocosas forman el Valle del Ara, el cual nace en el municipio de Fiscal hasta Boltaña, entre estos dos municipios está situado el pueblo objeto del estudio.

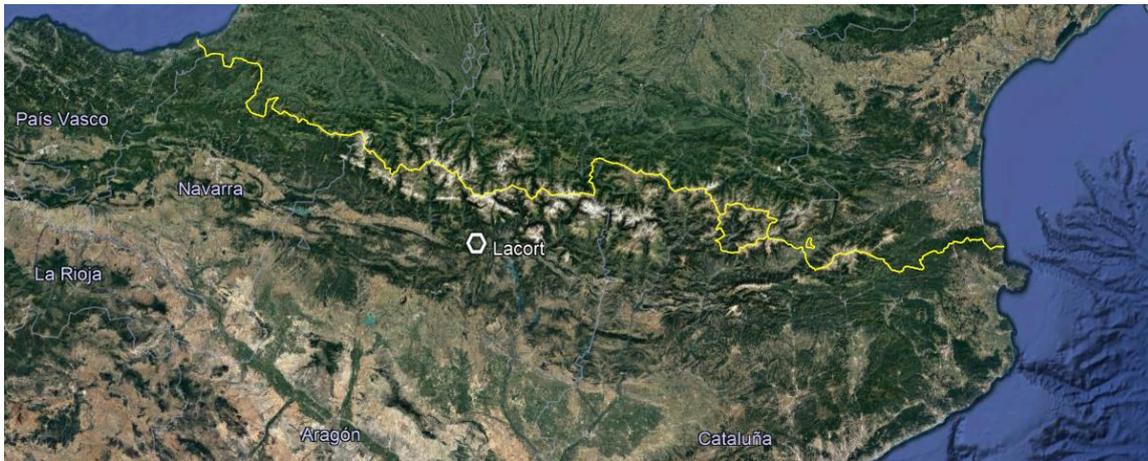


ILUSTRACIÓN 3 - LOCALIZACIÓN LACORT – FUENTE: GOOGLE, GEOBASIS-DE/BKG IMAGE LANDSAT / COPERNICUS

En este valle transcurre el eje pirenaico formado por la carretera nacional N-260, de forma paralela al río Ara, por tanto, el pueblo tiene acceso directo clave en su desarrollo como pueblo comercial.



ILUSTRACIÓN 4 - LOCALIZACIÓN LACORT – FUENTE: GOOGLE - GEOBASIS-DE/BKG IMAGE LANDSAT / COPERNICUS

El gran interés ambiental y natural de este territorio es clave en el desarrollo de la zona, permite el aprovechamiento de multitud de recursos desde el punto de vista agrónomo y energético.

2.2. HISTORIA

Las primeras referencias de este núcleo poblacional datan de 1095, fue dependiente eclesiásticamente del pueblo cercano Tricas, desde el siglo XV, hasta que a principios del siglo XX superó al núcleo original en población. Contaba con 89 habitantes y su desarrollo fue favorecido por la importante situación comercial que disponía al lado del principal trayecto paralelo al pirineo central.

Esta proyección comercial se vio detenida súbitamente cuando en 1951 se aprueba el Plan de Construcción de los Aprovechamientos del Río Ara entre Fiscal y Ainsa, por orden Ministerial, ejecutado por Iberduero SA, este plan suponía la construcción de una presa en el estrecho de Jánovas, inundando tres pueblos del valle, Lacort entre ellos. Desde entonces comienza el proceso de expropiación de los terrenos y edificaciones, hasta terminar en 1985 con la expulsión de la última familia, la situación del pueblo en este periodo se puede ver en la siguiente imagen de archivo.



ILUSTRACIÓN 5 – FUENTE: CASTÁN, ADOLFO, “FOLLETÓN DEL ALTOARAGÓN”, HUESCA, 1981-82 - FASCÍCULO 55 Y 56

Tras diversos impedimentos en el proceso de construcción y trámites administrativos, en el año 2000 se inicia el procedimiento para declarar extinta tal concesión. En 2008 comienza la devolución de propiedades expropiadas, y Endesa Generación pierde las concesiones de los saltos hidroeléctricos. En 2010 se crea el Plan Especial de Rehabilitación Lavelilla-Lacort, promovido por el Ayuntamiento de Fiscal, en el cual colaboraron los antiguos vecinos de Lacort o sus correspondientes descendientes.

En la visita realizada al pueblo se pudo comprobar cómo se fue desarrollando entorno a la principal carretera de paso del valle, signo de su carácter comercial. Cuarenta años después de la expropiación final, el pueblo se encuentra en un abandono total. Llama la atención la rapidez con la que la

vegetación ha invadido prácticamente la totalidad de los edificios, si no se revierte esta situación la flora acabará adueñándose de la totalidad del territorio en poco tiempo.



ILUSTRACIÓN 6 - VISTA DE LACORT DESDE LA N-260 – FUENTE: PROPIA

El pueblo ha estado treinta y cuatro años deshabitado, la mayoría de expropiados se mudaron a Fiscal. Allí viven en verano Olvido y Juan, un matrimonio que vivió toda su vida a dos kilómetros de Lacort, y desde hace cuarenta y cinco años se mudaron a Huesca por la construcción del embalse.



ILUSTRACIÓN 7 - VISTA NORTE-SUR, DESDE EL BARRANCO PERPENDICULAR AL RÍO - FUENTE: PROPIA

Familia propia de Santa Olarida, una pequeña población compuesta por tres unidades familiares, transmiten a la perfección lo que fue la vida en el valle de Ara en el siglo XX, ellos pertenecían al último núcleo del valle con abastecimiento eléctrico, aun así, Lacort consiguió sea uno de los principales nodos comerciales del valle. Relatan sus viajes casi diarios en bici desde Santa Olarida a Lacort en bici, para abastecerse en las dos *majestuosas* tiendas que tenía el pueblo, según nos relataba Olvido. Este testimonio está representado en el proceso AHP, incluidos en el ámbito social enfocado al pasado del pueblo.

2.3. NORMATIVA

El Plan Especial de Rehabilitación Lavelilla-Lacort³ de 2010 aporta información relevante sobre el tipo de suelo que compone el núcleo estudiado, tal y como se representa en la Ilustración 1 - Clasificación del suelo Lacort - Fuente: Plano LAC-O.01 Plan Especial de Lavelilla-Lacort el suelo urbano se concentra alrededor de dos núcleos, el de la plaza y el de la carretera que compone el eje pirenaico.

Analizando la edificabilidad reconocida, la superficie de suelo urbano y la superficie sujeta a protección paisajística se observa que la normativa respalda el planteamiento de no enfocar el crecimiento del pueblo desde un punto de vista de crecimiento desmesurado de la población, si no un crecimiento equilibrado con el entorno y sostenible en el tiempo.

En busca de este crecimiento equilibrado y sostenible, la superficie catalogada como protección paisajística se utilizará como huerto multicultivo con el fin de abastecer a los propios futuros habitantes, de esta forma, estando el crecimiento limitado por la cantidad de área de cultivo disponible, se asegura que no se cree una sobre expansión del núcleo, asegurando la sostenibilidad y la integración en el entorno del núcleo.

2.4. VIVIENDAS

A partir de los planos del Plan Especial de Lavelilla-Lacort (Ilustración 2 - Alineación y rasantes – Fuente: Plano O.03 Plan Especial de Lavelilla-Lacort y la información obtenida de las normas urbanísticas del mismo documento, se han identificado las superficies calificadas como suelo urbano y suelo no urbanizable (protección paisajística). Identificando todas las casas con potencial de habitabilidad, se descartan las bordas por poder disponer de menor equipamiento, además de la utilidad de usarse en el mantenimiento de los huertos.

Estas parcelas edificadas y edificables se caracterizan, obteniendo un listado de las edificaciones que podrán ser reconstruidas en un futuro acorde a este plan.

Se listan diecisiete viviendas, con el objetivo de caracterizarlas en profundidad y realizar un estudio de envolvente térmica generalizado, se procede a agrupar este conjunto en tres tipos de vivienda, según el tamaño de superficie habitable total.

2.4.1. CASAS TIPO

Este análisis simplificado permite analizar las soluciones constructivas de las casas mediante tres modelos representativos, de forma que podamos conocer mejor su composición, así como realizar un

³ Plan Especial de Rehabilitación de Lavelilla-Lacort. Ayuntamiento de Fiscal. Huesca. Consultado en: www.aytofiscal.es/index.php/mod.documentos/mem.listado/relcategoria.11088

análisis estructural de flujo térmico, aplicando mejoras y comparando ambas soluciones de envolvente.

Las casas se dividen en tres grupos en función a su tamaño, se selecciona la planta de la vivienda más representativa del promedio para su correspondiente grupo. En la siguiente tabla se indican las casas tomadas como referencia para cada rango de tamaño, en función del área construida correspondiente a uso residencial, excluyendo las áreas construidas no habitables destinadas a almacenaje, despensa o ganadería.

Las viviendas se clasifican en función de este parámetro en tres grupos, el de viviendas pequeñas, las cuales van desde los 90 hasta 300 metros cuadrados; viviendas medianas, desde 300 hasta 500 metros cuadrados; por último, viviendas grandes, desde 500 hasta 700 metros cuadrados. Dividiendo las 17 viviendas en grupos de casi el mismo número de muestras con rango de áreas similares.

| Código P.E. | Nombre casa | Código propio | Área vivienda (m ²) |
|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------|
| 853 | CORREAS | C1 | 96,45 |
| 909 | SIERRA | C3 | 155 |
| 933 | BELLOSTA | C11 | 160,65 |
| 935 | BARA | C12 | 224,25 |
| 910 | TRICAS | C4 | 235,34 |
| 926 | MOLINERO | C6 | 275,8 |
| 899 | PRACTIC2 | C2 | 278,8 |
| TIPO PEQUEÑA | | PROMEDIO | 204 |
| 948 | REVILLA | C17 | 342,51 |
| 929 | CAPABLO | C9 | 362,58 |
| 942 | VENTORRILLO | C15 | 405,95 |
| 946 | MACARIO | C16 | 409,5 |
| 936 | PUYUELO | C13 | 452,69 |
| TIPO MEDIANA | | PROMEDIO | 395 |
| 932 | MORER | C10 | 535,08 |
| 927 | PRACTIC | C7 | 540,01 |
| 923 | LA PEPA | C5 | 573,55 |
| 928 | MARCIAL | C8 | 619,97 |
| 941 | REVILLA | C14 | 687 |
| TIPO GRANDE | | PROMEDIO | 591 |

TABLA 1 - CLASIFICACIÓN DE VIVIENDAS POR SUPERFICIE HABITABLE - FUENTE: PLAN ESPECIAL DE REHABILITACIÓN

Las casas tipo utilizadas como representación de cada grupo son, casa Bara, casa Ventorrillo y casa La Pepa, para los tipos de casa pequeña, mediana y grande, respectivamente. Los datos de estas tres viviendas tipo se extrapolarán a las correspondientes a su grupo. El pueblo real cuenta con 17 viviendas con una superficie total de 6.355 m² y en el modelo simplificado mediante viviendas tipo se obtiene el mismo número de viviendas con una superficie total de 6.467 m², suponiendo una desviación del 1,8%. Desvío asumible teniendo en cuenta la simplificación que supone para los análisis posteriores.

Atendiendo al área despreciada anteriormente, se analizó la posibilidad de extrapolar los datos de estas al conjunto, para ser incluido dentro del área susceptible de utilización en ganadería, pero el uso

de las zonas no habitables es muy diverso, por tanto, cada parcela se gestionará en función de los usos originales y posibles, el uso propuesto es de jardines interiores y áreas de almacenamiento.

| | CÓDIGO | NOMBRE | Habitable | No habitable |
|-------------------|--------|-------------|-----------|--------------|
| CASA TIPO PEQUEÑA | C12 | BARA | 224,25 | 49,44 |
| CASA TIPO MEDIANA | C15 | VENTORRILLO | 405,95 | 266,1 |
| CASA TIPO GRANDE | C5 | LA PEPA | 573,55 | 316,5 |

TABLA 2 - RESUMEN DE CASAS TIPO – FUENTE: PLAN ESPECIAL DE REHABILITACIÓN

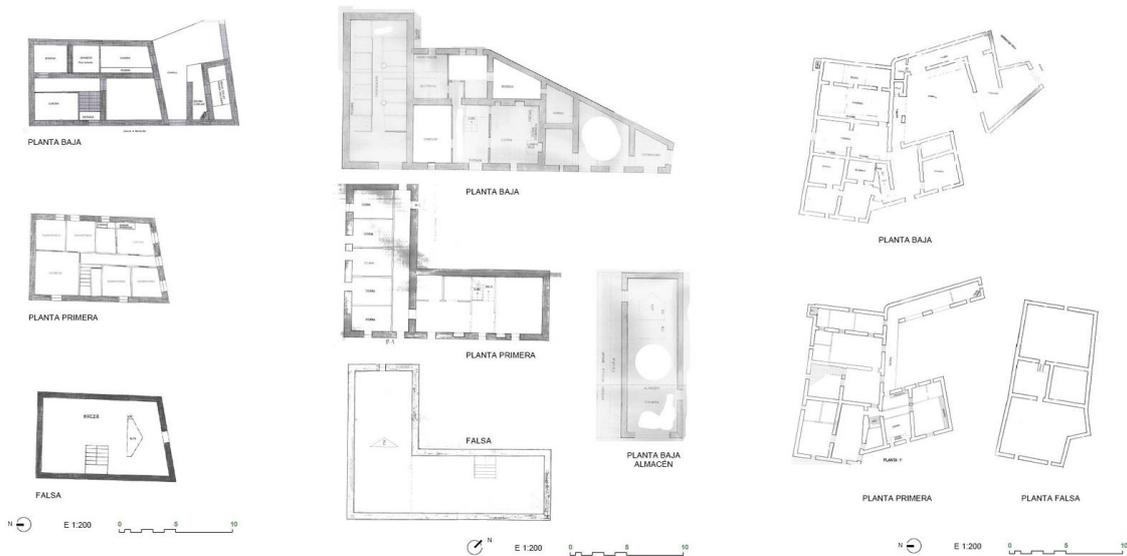


ILUSTRACIÓN 8 - PLANTAS DE VIVIENDAS TIPO, PEQUEÑA, MEDIANA Y GRANDE – FUENTE: PLAN ESPECIAL DE REHABILITACIÓN

A continuación, se procede a analizar las características constructivas de cada casa tipo, así como su situación, estado actual e histórico y plantas disponibles en el momento de la expropiación.

2.4.2. ANÁLISIS TÉRMICO

La climatización supone un gran porcentaje de la demanda de una vivienda unifamiliar como las que se tratan en este estudio, por tanto, con el fin de buscar la eficiencia en este ámbito, el estudio debe centrarse en el estudio de la envolvente térmica de las edificaciones, con el fin de reducir al máximo la pérdida y ganancia de calor, en función del periodo estacional.

Además, con el fin de conocer más en profundidad los tipos de vivienda que predominan en el entorno rural, se procede a realizar un análisis de flujos térmicos, de las viviendas tipo descritas anteriormente, empleando envolventes de tipo tradicional y soluciones de envolvente actuales, con el fin de comparar el flujo térmico y la demanda de calefacción y refrigeración necesaria en cada uno de los casos.

2.4.2.1. ENVOLVENTE TÉRMICA

Las viviendas cuentan con los sistemas constructivos propios de las edificaciones del alto Aragón del siglo XX. Cubierta a dos aguas con sustentación de vigas de madera y tejas de pizarra. Fachada realizada

mediante mampuesto de piedra granítica y cal en seco, con un grosor variable entre 40 y 60 cm, tal y como se puede observar en la imagen lateral. Los huecos están en muros de carga por tanto sus dimensiones máximas son de un metro de ancho por 1,4 m de alto, los huecos cuadrados son como máximo de 80 cm. El forjado entre suelos está formado por viguetas de madera. El revestimiento interior solía ser de tierra y cal a forma de mortero.



Con objetivo de optimizar al máximo los recursos obtenidos, se requiere una modificación de estos sistemas constructivos. Esta modificación se plantea manteniendo la estética tradicional e histórica de las edificaciones, por tanto, la fachada se realizará mediante sillarejo de piedra vista de mínimo 15 cm, y el tamaño de los huecos de ventanas se mantendrá.

A continuación, se realiza una comparación entre los sistemas constructivos utilizados tradicionalmente y los utilizados en la actualidad, con el fin de observar la gran diferencia existente en la transmisión de calor a través de diferentes cerramientos.

ILUSTRACIÓN 9 - DETALLE CONSTRUCTIVO DE FACHADA Y FORJADO ENTRE PISOS – FUENTE: PROPIA

| Tipo de solución | MATERIAL | Conductividad térmica W/(m·K) | Espesor (cm) |
|------------------|---|-------------------------------|--------------|
| NUEVO | Solera de hormigón armado con asilamiento de conductividad térmica 0,13 W/(m·K) | 0,06 | 50 |
| TRADICIONAL | Terreno de arena o grava | 0,76 | 20 |
| | MEJORA (%) | 1167% | -60% |
| NUEVO | Fachada con mampostería exterior de granito, espuma de poliuretano y ladrillo | 0,06 | 50,5 |
| TRADICIONAL | Muro exterior de granito | 2,86 | 42 |
| | MEJORA (%) | 4667% | -17% |
| NUEVO | Cubierta de tejas de arcilla cocida con espuma de poliuretano y bovedilla aislada. | 0,06 | 56 |
| TRADICIONAL | Cubierta de techas de arcilla cocida | 2,19 | 30 |
| | MEJORA (%) | 3550% | -46% |
| NUEVO | Tabique simulación muro carga con doble hoja de ladrillo, PUR intermedio y cemento exterior | 0,21 | 41 |
| TRADICIONAL | Muro de carga de granito | 2,1 | 44 |
| | MEJORA (%) | 900% | 7% |
| NUEVO | Tabique interior TC-7 con fibra de vidrio | 1,38 | 15 |
| TRADICIONAL | Tabique de madera | 1,59 | 12 |
| | MEJORA (%) | 15% | -20% |
| NUEVO | Forjado entre plantas aislado PUR | 0,4 | 32 |

| | | | |
|-------------|--|------|------|
| TRADICIONAL | Forjado entre plantas de vigas de madera | 2,34 | 28 |
| | MEJORA (%) | 485% | -13% |

TABLA 3 - COMPARACIÓN ENTRE ENVOLVENTES TÉRMICAS TRADICIONALES Y MODERNAS – FUENTE: CYPE

Las soluciones constructivas nuevas se han centrado en aumentar al máximo el aislamiento en las envolventes más críticas en climatización, estas son: solera, fachada exterior y cubierta. Las cuales son las superficies de contacto directo con el exterior, donde se localizan las principales variaciones de temperatura, aunque este efecto se produce en menor medida en la solera, se considera elemento crítico del mismo modo.

Con estas envolventes térmicas se procede al análisis de cargas térmicas de las diferentes viviendas tipo, obteniendo el valor de demanda de refrigeración y calefacción que proporcionará un parámetro más de comparación entre ambas soluciones constructivas.

2.4.2.2. CÁLCULO DE CARGAS

El siguiente paso es caracterizar los flujos térmicos que determina la pérdida y ganancia a través de cerramientos, para ello se emplea el modelo equivalente resistencia-capacitancia descrito a continuación.

Partiendo de la Ley de conducción de Calor de Fourier, y considerando que el flujo térmico se transmite de forma perpendicular a los cerramientos a considerar, con la conductividad térmica del mismo uniforme en todo su recorrido, obtenemos la siguiente expresión para conducción:

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \quad \rightarrow \quad q_k = -\frac{kA}{L}(T_2 - T_1)$$

Donde T_1 representa el punto de mayor temperatura y T_2 el de menor. La analogía eléctrica se aplica sustituyendo los valores correspondientes al medio trasmisor por una *resistencia térmica*, y la diferencia de temperaturas equivale a una diferencia de potencial eléctrico. De forma similar para los casos de convección a partir de la Ley de Newton del enfriamiento y para radiación con la Ley de Stefan-Boltzmann. La implementación de este sistema equivalente permite calcular sistemas de cerramientos combinados de forma sencilla unificando en un coeficiente de transferencia de calor global todas las resistencias parciales.

La combinación de las tres formas de transmisión produce pérdidas o ganancias de calor sensible asociado a diferentes fenómenos, para el caso de calefacción se obtendría:

$$Q_{calefacción} = Q_{perd. transmisión cerramientos} + Q_{perd. infiltraciones} + Q_{gan. cargas internas}$$

$$Q_{per.trans.cerr} = KA(T_i - T_e) ; \quad Q_{per.infilt} = V_{aire exterior frío} \cdot 0.33 \cdot (T_i - T_e)$$

$$Q_{ganancia perd.inter.} = Q_{iluminación} + Q_{ocupación} + Q_{aparatos}$$

De esta forma se calcularían las pérdidas y ganancias de toda la envolvente de los edificios a considerar, incluyendo cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos.

Para agilizar este cálculo se ha utilizado el programa de simulación Cype MEP, introduciendo los parámetros térmicos necesarios para el cálculo de cargas térmicas, de estos parámetros, los más característicos son las temperaturas secas de verano e invierno, considerando los percentiles 99.6 y 0.4, se obtiene 35.0°C y -4.20 °C⁴ respectivamente. El análisis de calefacción no tiene en cuenta el aporte por radiación solar con la misma exactitud que ocurre para el análisis de refrigeración, por tanto, se utilizan unos coeficientes de mayoración según la orientación de la fachada, estos son, 20% para norte, 10% para este y oeste, 0% para sur.

Respecto a los criterios adoptados en el cálculo de las cargas de calefacción, no se han contemplado cargas internas (ocupación, iluminación ni equipos) por tanto, el resultado presenta un porcentaje de mayoración respecto a la demanda real.

En refrigeración se considera una iluminación media para todos los habitáculos de 8 W/m², valor intermedio entre la iluminación media característica de un salón y una habitación. Con esto se pretende representar de forma general la carga por iluminación de todas las zonas habitables, independientemente del uso que tendrán.

Por último, respecto a ventilación se considera un valor de renovación de aire entre los valores de IDA 2 e IDA 3, lo que supone una renovación de 36 m³/h por recinto.

En este cálculo se tiene en cuenta todos los requisitos que determina el capítulo 5 del CTE DB HE 1: diseño, emplazamiento y orientación del edificio, elaborado en este estudio mediante la elaboración de un modelado 3D a partir del plano 2D; la evolución horaria de los flujos térmicos en régimen transitorio; la transferencia térmica entre locales adyacentes que se encuentran a distinta temperatura, cómo es el caso de las zonas habitables y no habitables que existen en las tres casas tipo; la aportación de la radiación solar al traspasar elementos translucidos, así como el calentamiento que produce en elementos opacos; por último, las ganancias y pérdidas producidas por la ventilación definida por norma y las infiltraciones que se producen.

El objetivo de este análisis térmico es comparar ambas soluciones constructivas y comprobar si es necesario aplicar un coeficiente corrector a los valores medios peninsulares de potencia de climatización, valores que se seleccionarán como referencia para el cálculo de la demanda, a continuación, se realiza la comparación para cada vivienda tipo.

⁴ Guía técnica – Condiciones climáticas exteriores de proyecto – Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía

2.4.2.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

La vivienda tipo pequeña presenta una disminución de la potencia demandada en invierno del 406%, y del 105% en la potencia demandada en verano. La potencia en invierno es mucho mayor debido al clima pirenaico que presenta la zona, con bajas temperaturas en invierno y en verano, en comparación con la media peninsular, la potencia demandada en verano se debe principalmente a las renovaciones de aire.

| Vivienda tipo pequeña | REF (W) | CAL (W) | REF (W/m ²) | CAL (W/m ²) |
|------------------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Envolvente tradicional | 4.624 | 16.494 | 72 | 258 |
| Envolvente moderna | 2.259 | 3.260 | 35 | 51 |
| MEJORA (%) | 105% | 406% | | |

TABLA 4 - COMPARACIÓN DE DEMANDA EN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA PEQUEÑA - FUENTE CYPE

Profundizando en el análisis de cargas térmicas [ANEXO C], se analiza balance energético anual de la vivienda pequeña, el cual representa la energía segregada para cada tipo de transferencia calorífica, agrupado por meses, observando así los meses de menor y mayor demanda, estos son, los meses invernales.

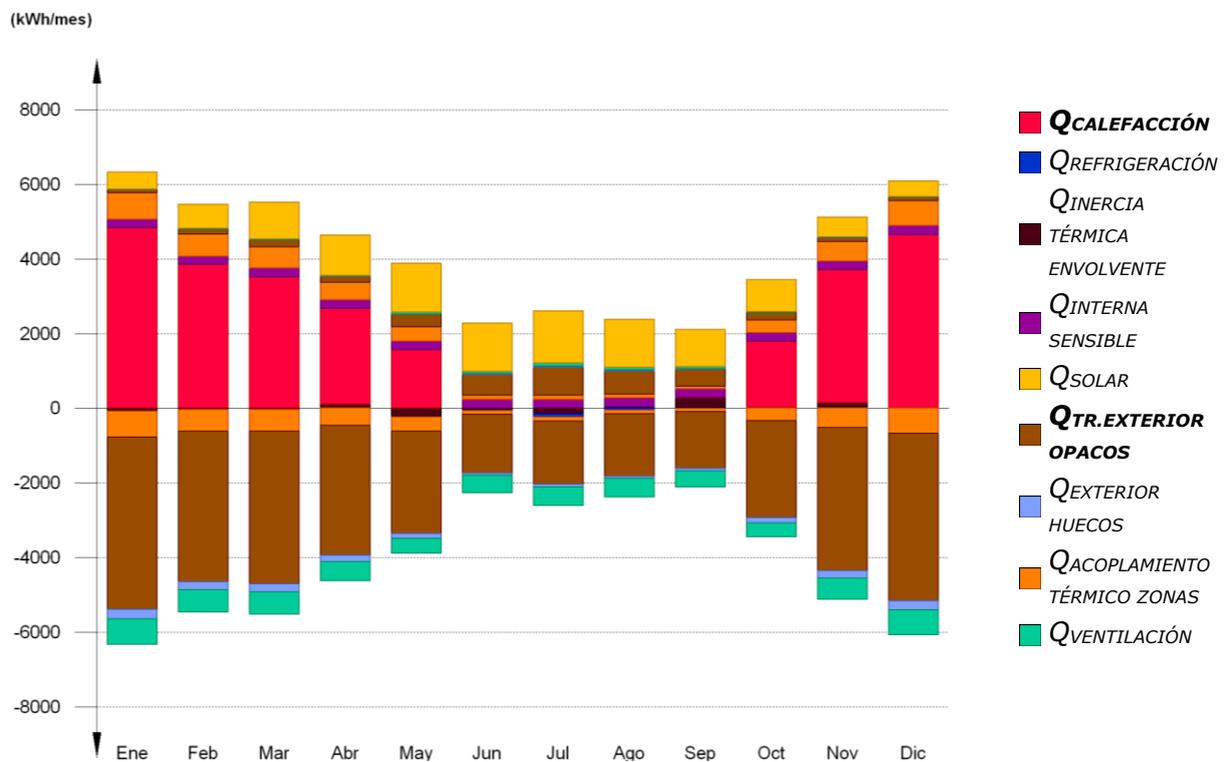


ILUSTRACIÓN 10 - BALANCE ENERGÉTICO ANUAL PARA VIVIENDA PEQUEÑA CON ENVOLVENTE TRADICIONAL – FUENTE: CYPE

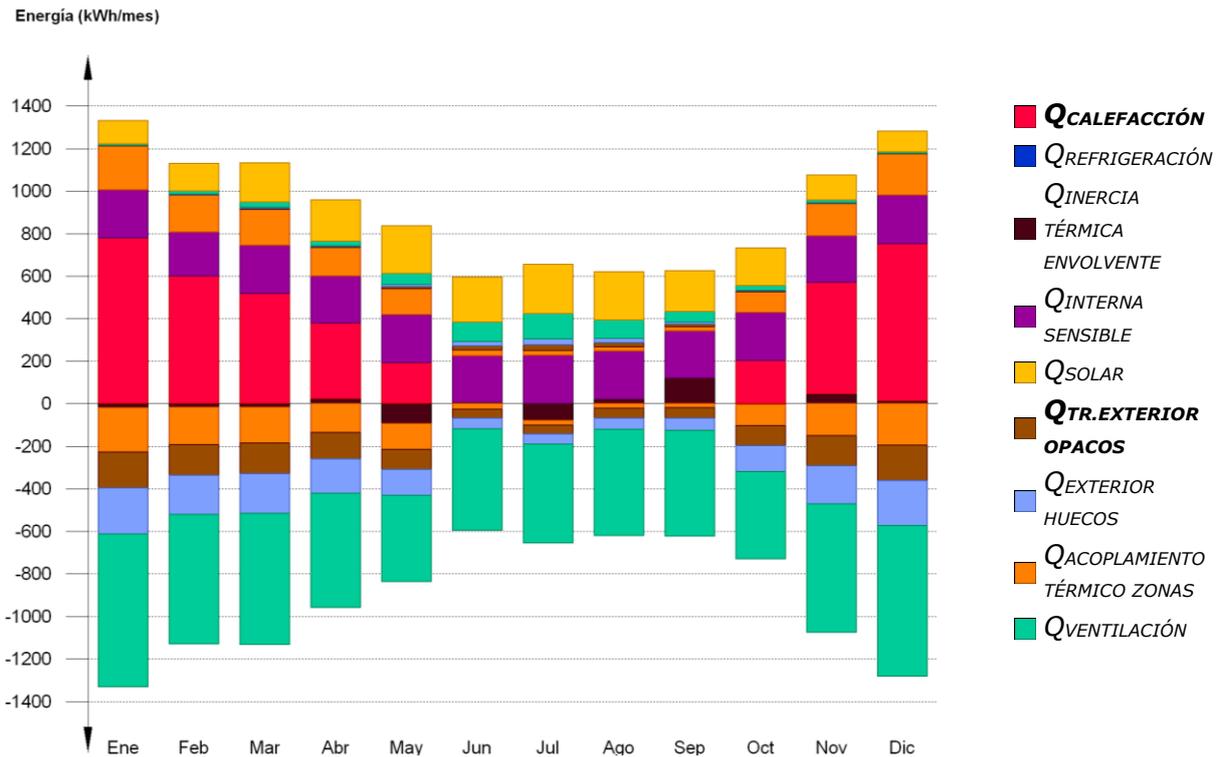


ILUSTRACIÓN 11 - BALANCE ENERGÉTICO ANUAL PARA VIVIENDA PEQUEÑA CON ENVOLVENTE MODERNA – FUENTE: CYPE

La principal diferencia se obtiene en calefacción debido a la disminución de transferencia al exterior a través de los cerramientos opacos, los cuales suponen la mayor superficie de contacto con el exterior, y cuya envolvente es la que ha experimentado mayor mejora al aplicar la nueva fachada.

En el caso de la vivienda tipo mediana y grande, el balance energético anual presenta tendencias similares, pero en proporción a sus demandas térmicas, las cuales están representadas a continuación.

| Vivienda tipo mediana | REF (W) | CAL (W) | REF (W/m ²) | CAL (W/m ²) |
|------------------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Envolvente tradicional | 9.583 | 37.046 | 50 | 195 |
| Envolvente moderna | 4.741 | 6.235 | 25 | 33 |
| MEJORA (%) | 102% | 494% | | |

TABLA 5 - COMPARACIÓN DE DEMANDA EN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA MEDIANA - FUENTE CYPE

Para la vivienda mediana se obtiene una demanda total de climatización conjunta de 10.976 W, correspondiendo un 43% a refrigeración y un 57% a calefacción. Antes de la mejora de envolvente, la demanda de refrigeración suponía el 20%, ya que la pérdida por cerramientos al exterior era muy importante, en el nuevo caso esta se reduce sustancialmente y predomina la pérdida de carga debida a renovaciones.

| Vivienda tipo grande | REF (W) | CAL (W) | REF (W/m ²) | CAL (W/m ²) |
|------------------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Envolvente tradicional | 14.379 | 56.136 | 43 | 169 |
| Envolvente moderna | 7.059 | 8.689 | 21 | 26 |
| MEJORA (%) | 104% | 546% | | |

TABLA 6 - COMPARACIÓN DE DEMANDA EN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA GRANDE - FUENTE CYPE

En el caso de la vivienda grande, la demanda conjunta de climatización supone 15.748 W, donde la refrigeración supone un 44%, mayor que en el caso tradicional el cual suponía un 20%.

Como se verá en el apartado SECTOR RESIDENCIAL, la potencia de climatización obtenida a partir del consumo medio por servicio y por hogar en España, dista de los valores calculados, por tanto, para adaptar estos valores medios, correspondientes a viviendas unifamiliares de menor superficie y situadas en localizaciones continentales, pero no en climas pirenaicos, se aplicará un coeficiente multiplicador para adaptar estos valores medios a los calculados en este apartado.

2.5. HUERTO SOSTENIBLE

La sostenibilidad es un aspecto clave en este estudio, por lo que un uso excesivo del suelo para construir no tendría sentido, buscando la sostenibilidad de esta población a pequeña escala, en conjunción con la concienciación alimentaria que está teniendo lugar en los últimos años, la máxima cantidad de recursos básicos de alimentación cultivables en el área disponible será el delimitador principal de la población que residirá en el pueblo de forma continua.

El área disponible es de 222.000 m² considerando todas las áreas cultivables pertenecientes a Lacort, descontando un 15% (33,3 hectáreas) del área destinada a colocación de diversas instalaciones de abastecimiento energético, en el caso de que fuera necesario.

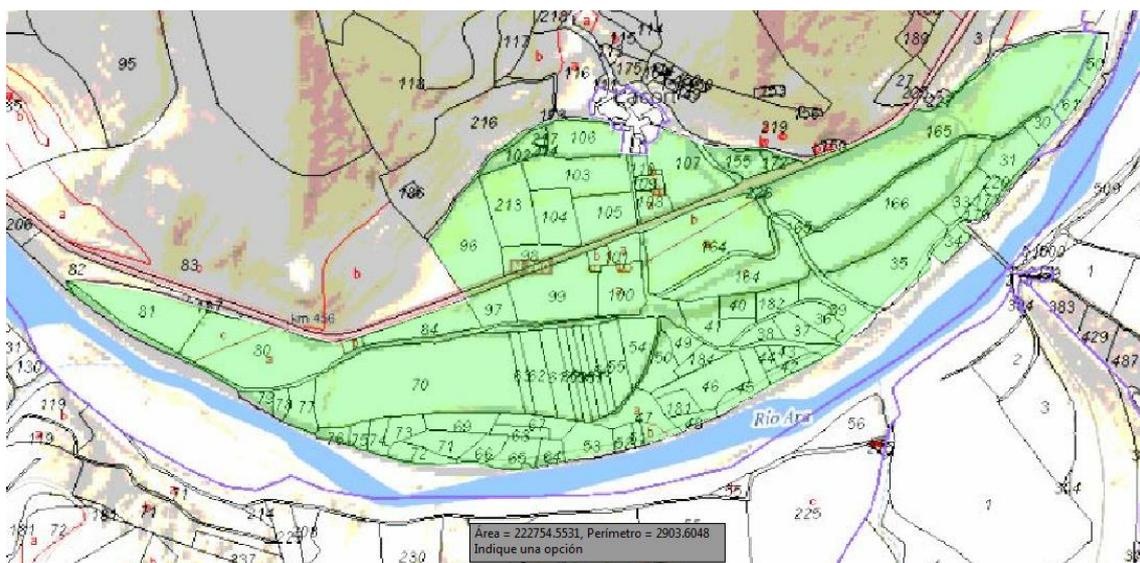


ILUSTRACIÓN 12 - DISTRIBUCIÓN CATASTRAL Y ÁREA CULTIVABLE - FUENTE: SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO

La cantidad de área de cultivo utilizada depende de la población, los patrones de consumo medios (tipo de dieta) y la productividad de cada tipo de cultivo. A partir de los datos de Food and Agriculture Organization, el centro de energía y ciencias ambientales de la Universidad de Groningen (Holanda) analizó cómo afectan la población, la tecnología en la agricultura y la dieta de diversas partes del mundo a los parámetros que vamos a analizar a continuación:

El consumo y área cultivable necesaria por persona y año se representa en la siguiente tabla, a partir de estos datos se obtiene la superficie de cultivo necesaria por persona, para la región de Europa del Sur según el estudio realizado en 2007.

| | Consumo | Cultivo | |
|-----------------------|--------------|------------------------|-----|
| | kcal/cap/día | m ² /cap/yr | |
| CEREALES | 970 | 440 | 14% |
| HORTALIZAS | 80 | 30 | 1% |
| LEGUMBRES | 60 | 30 | 1% |
| FRUTAS | 110 | 110 | 4% |
| VERDURAS | 140 | 110 | 4% |
| AZUCAR | 280 | 60 | 2% |
| ACEITES | 610 | 470 | 15% |
| ALCOHOL | 170 | 90 | 3% |
| ESTIMULANTES | 20 | 110 | 4% |
| PROD. ANIMALES | 920 | 1640 | 53% |
| | 3360 | 3090 | |

TABLA 7 - CONSUMO Y ÁREA DE CULTIVO POR HABITANTE - FUENTE: GLOBAL CHANGES IN DIETS AND THE CONSEQUENCES FOR LAND REQUIREMENTS FOR FOOD THOMAS KASTNERA,B,1, MARIA JOSE IBARROLA RIVASA, WOLFGANG KOCHC, AND SANDERINE NONHEBELA

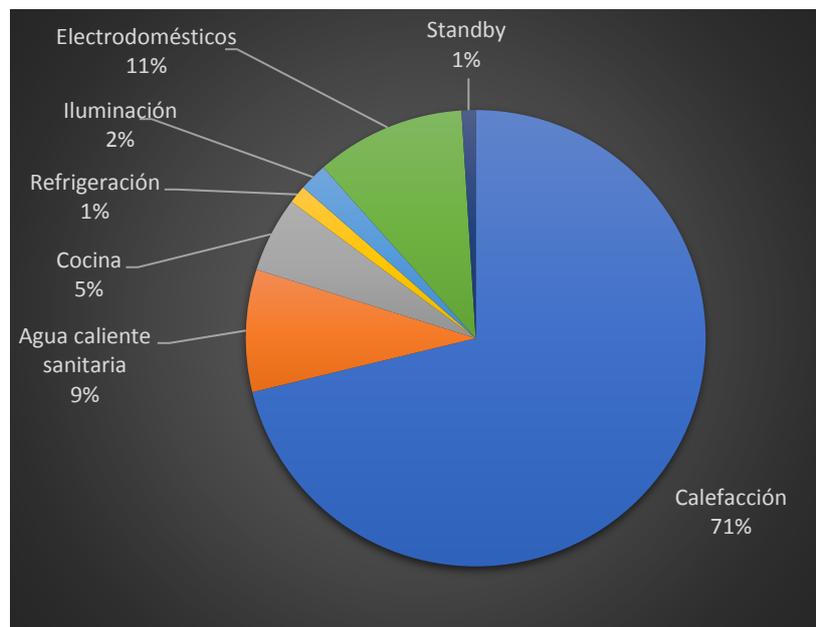
El valor de consumo calórico diario por persona es más comúnmente conocido, no lo es tanto el área de cultivo necesaria por persona al año. El dato de interés es el área de cultivo total, esta es 3090 m² por persona al año. Lo cual indica que la población máxima admisible en el núcleo, para que este tuviera las características sostenibles descritas, es de 61 habitantes, lo cual supone 3,5 habitantes de media por vivienda.

2.6. DEMANDA ELÉCTRICA

La demanda eléctrica total estará compuesta por la demanda de las diecisiete viviendas identificadas como habitables; una escuela y un hotel en el sector terciario; y respecto a instalaciones, una estación de recarga de vehículos eléctricos, el bombeo correspondiente a los campos de cultivo y el alumbrado público.

2.6.1. SECTOR RESIDENCIAL

Para obtener el ratio de demanda por superficie, y extrapolarlo a cada una de las viviendas caracterizadas, se parte del consumo medio por servicio y hogar equipado para viviendas unifamiliares de zona continental.



GRÁFICA 2 - DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO MEDIO ANUAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES CONTINENTALES - PROYECTO SECHSPAHOUSEC - IDAE⁵

El consumo medio total para viviendas de este tipo es de 21.446 kWh/hogar/año⁶, del mismo proyecto analizado en los consumos, se obtiene el valor de área media por hogar para zona continental y vivienda unifamiliar (150,6 m²). Con estos ratios de consumo medio por servicio y hogar equipado, se traslada esta información a cada vivienda utilizando la información disponible de la superficie construida en Lacort en el año 1959.

En el caso del ratio de consumo de calefacción y refrigeración, este se pondera por un factor multiplicador de 2, con el fin de obtener valores en concordancia con el estudio de cargas realizado, esta variación entre los valores medios y los hallados se debe, principalmente, a que el valor medio

⁵ Proyecto SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España – IDAE – Eurostat European Commission

⁶ Proyecto SECH-SPHOUSE – Resumen de información básica. Tabla 5. Consumo medio. Consultado en: www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

contempla un hogar unifamiliar de unas dimensiones mucho menores que los estudiados, y la zona continental difiere sustancialmente a las condiciones climatológicas existentes en la zona pirenaica.

A partir de los valores obtenidos del proyecto SECH-SPAHOUSEC, se procede a calcular el consumo ponderado para la vivienda número dos (casa practicante).

$$\text{Ratio consumo total} = \frac{\text{Consumo medio unifamiliar continental}}{\text{Área media unifamiliar continental}} = \frac{21.446 \text{ kWh/hogar/año}}{150,6 \text{ m}^2}$$

$$\rightarrow \text{Ratio} \cdot \text{Superficie real} = 142 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{hogar} \cdot \text{año}} \cdot 140,6 \text{ m}^2 = \mathbf{19.768 \text{ kWh/año}}$$

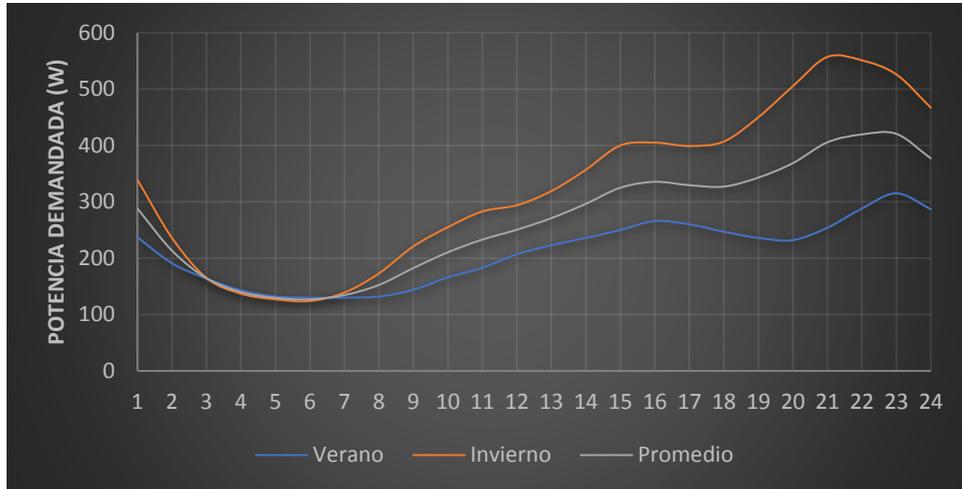
Así pues, se obtienen los siguientes consumos anuales por servicio para cada vivienda:

| | | Consumo por servicio y total (kWh/año) | | | | | | | | |
|----|-------|--|-------------|--------|--------|--------|-----------|---------|---------|---------|
| N. | NOM. | Área (m ²) | Calefacción | ACS | Cocina | Illum. | Electrod. | Standby | TOTAL | KWh/día |
| 1 | C.COR | 140,6 | 14.258 | 1.735 | 1.070 | 395 | 2.111 | 199 | 19.768 | 54 |
| 2 | C.PRA | 278,8 | 28.269 | 3.440 | 2.122 | 783 | 4.186 | 394 | 39.193 | 107 |
| 3 | C.PEP | 890,1 | 90.246 | 10.981 | 6.773 | 2.500 | 13.363 | 1.259 | 125.121 | 343 |
| 4 | C.MOL | 275,8 | 27.965 | 3.403 | 2.099 | 775 | 4.141 | 390 | 38.771 | 106 |
| 5 | C.PRA | 548,7 | 55.632 | 6.769 | 4.175 | 1.541 | 8.237 | 776 | 77.131 | 211 |
| 6 | C.MAR | 880,5 | 89.277 | 10.863 | 6.700 | 2.473 | 13.219 | 1.245 | 123.777 | 339 |
| 7 | C.CAP | 427,3 | 43.325 | 5.272 | 3.251 | 1.200 | 6.415 | 604 | 60.067 | 165 |
| 8 | C.MOR | 535,1 | 54.254 | 6.601 | 4.072 | 1.503 | 8.033 | 757 | 75.220 | 206 |
| 9 | C.BEL | 232,0 | 23.525 | 2.862 | 1.765 | 652 | 3.483 | 328 | 32.615 | 89 |
| 10 | C.BAR | 273,7 | 27.751 | 3.377 | 2.083 | 769 | 4.109 | 387 | 38.475 | 105 |
| 11 | C.PUY | 744,3 | 75.471 | 9.183 | 5.664 | 2.091 | 11.175 | 1.053 | 104.636 | 287 |
| 12 | C.SIE | 293,6 | 29.767 | 3.622 | 2.234 | 825 | 4.408 | 415 | 41.271 | 113 |
| 13 | C.TRI | 235,3 | 23.862 | 2.903 | 1.791 | 661 | 3.533 | 333 | 33.084 | 91 |
| 14 | C.REV | 803,1 | 81.426 | 9.908 | 6.111 | 2.256 | 12.057 | 1.136 | 112.892 | 309 |
| 15 | C.VEN | 672,1 | 68.142 | 8.291 | 5.114 | 1.888 | 10.090 | 951 | 94.475 | 259 |
| 16 | C.MAC | 616,9 | 62.549 | 7.611 | 4.694 | 1.733 | 9.262 | 872 | 86.721 | 238 |
| 17 | C.REV | 365,8 | 37.091 | 4.513 | 2.784 | 1.027 | 5.492 | 517 | 51.425 | 141 |

TABLA 8 - CONSUMO ANUAL Y DIARIO – FUENTE: PROPIA

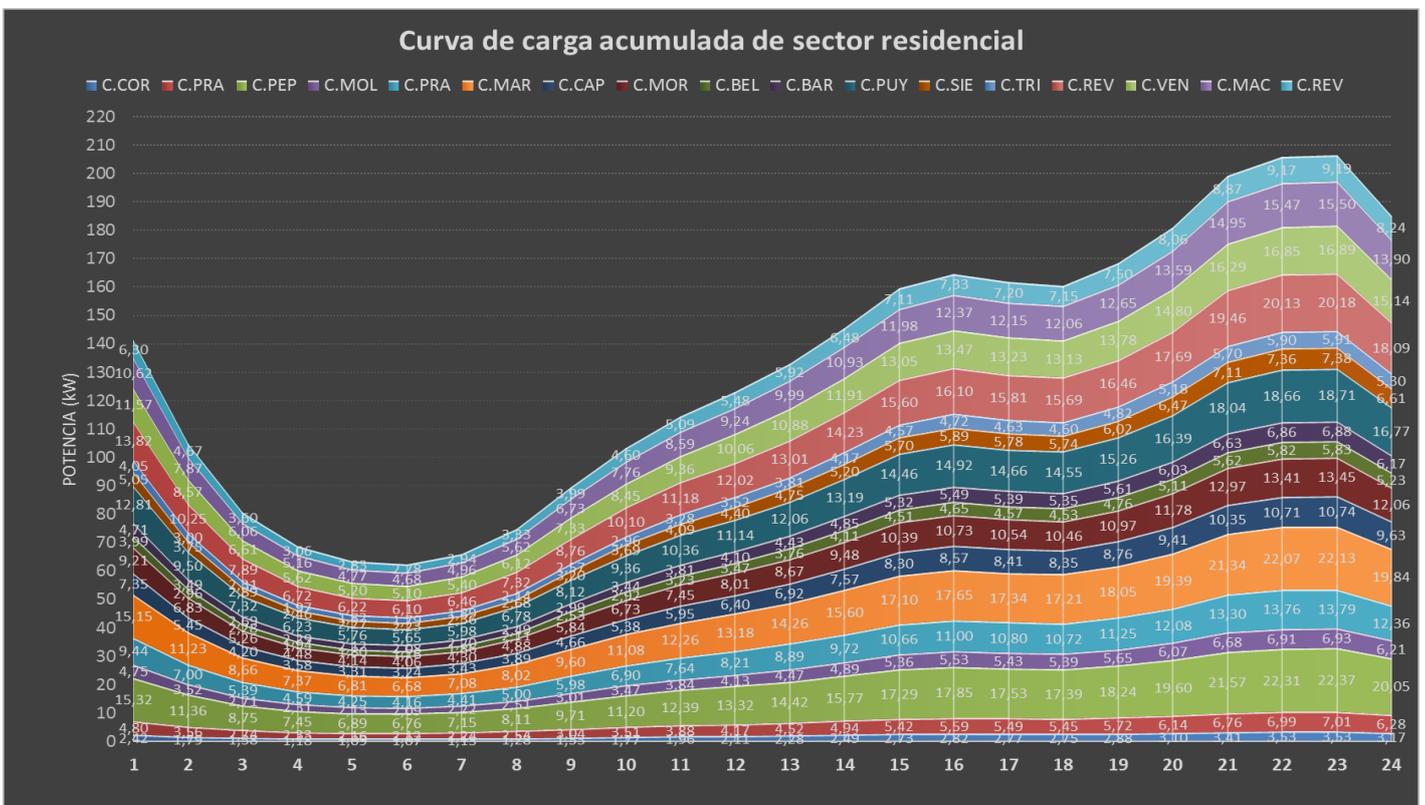
El valor de interés para la determinar la curva de carga es la energía consumida por vivienda diariamente. A este valor total, se le aplica una curva de carga con valores por unidad.

Esta curva de carga por unidad se obtiene del informe Atlas Indeel⁷, a partir de la media aritmética de los valores de invierno y verano, de las curvas de carga de hogares medio en un día laborable.



GRÁFICA 3 - CURVA DE CARGA DEL HOGAR MEDIO EN DÍA LABORABLE - FUENTE INFORME ATLAS INDEEL REE

Obteniendo la curva de carga en valores por unidad, referenciados al consumo diario, que es el valor hallado anteriormente, se obtiene la siguiente curva de carga acumulada:

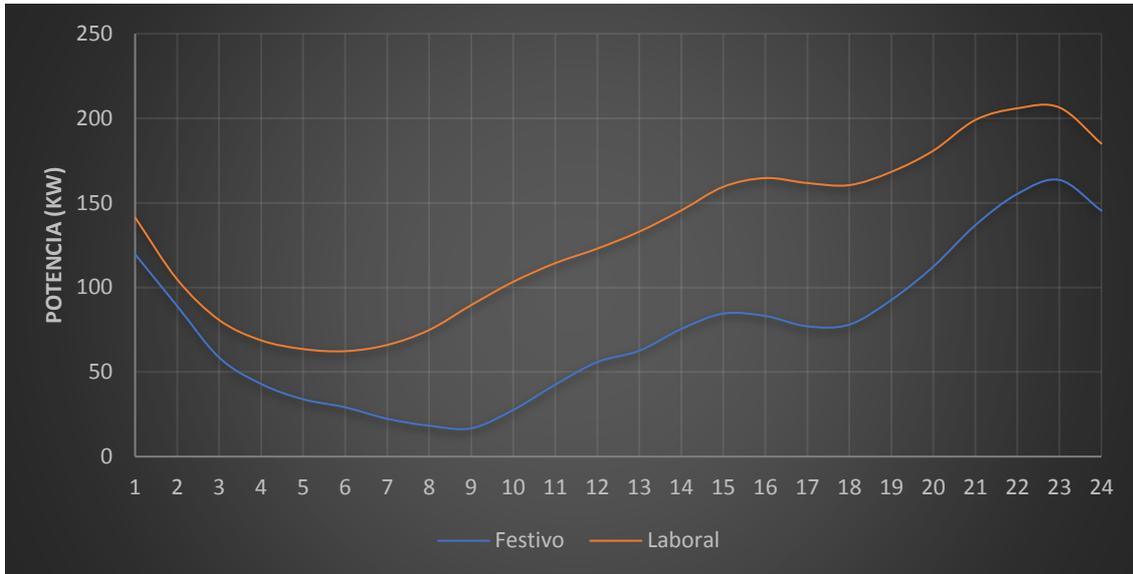


GRÁFICA 4 - CURVA DE CARGA ACUMULADA DEL SECTOR RESIDENCIAL DE LACORT – FUENTE: PROPIA

⁷ Proyecto INDEL. Atlas de la demanda Eléctrica Española. Red Eléctrica de España

Obteniéndose una demanda máxima de 206 kW para las 23h. Considerando solo el aporte residencial, que es el más significativo.

Para estimar la curva de carga en día no laborable se utiliza información del mismo proyecto, se realiza la aproximación de que el sector residencial se comporta igual que todo el sistema, ya que esta equivalencia entre laboral y festivo no es específica de la demanda residencial, si no global.



GRÁFICA 5 - CURVA DE CARGA PARA DÍA LABORAL Y FESTIVO EN LACORT – FUENTE: PROPIA

Se obtiene aplicando los valores por unidad referenciados al consumo diario del día festivo, y se obtiene la curva de carga acumulada de la misma forma, en este caso solo se representa el total acumulado de ambos casos, sin el segregado por vivienda.

2.6.2. SECTOR TERCIARIO

En el ámbito del sector servicios, se consideran dos de los principales servicios que debe tener un núcleo para fomentar la estancia en el pueblo, el primero de ellos, de tipo educativo, favorece la estancia a largo plazo y supone la reutilización del edificio antiguo que disponía del mismo uso. Y, por otro lado, uno de tipo hotelero, que favorece la estancia temporal y la oportunidad de que posibles futuros habitantes conozcan el pueblo, además, este servicio forma parte del Plan Especial de Rehabilitación para aumentar la actividad del lugar, y está definido su emplazamiento y área a ocupar.

Para la estimación del consumo del colegio, partimos de los ratios obtenidos de la herramienta de dimensionado de potencias de Caterpillar⁸, indica que el consumo para edificios escolares suele variar entre 11 y 17 kWh/ft²/año, considerando un valor medio de 14 kWh/ft²/año se obtiene el valor de la energía consumida por este tipo de edificaciones al año y en función del área. Por tanto, utilizando el área de 141 m², representada en la Ilustración 2 - Alineación y rasantes – Fuente: Plano O.03 Plan Especial

⁸ Electric power applications, engine and generator sizing – Caterpillar. Consultado en: (electrical-engineering-portal.com/6-customer-requirements-for-a-generator-regarding-power-demand)

de Lavelilla-Lacort, se obtiene el consumo anual del edificio, considerando 175 días lectivos para la comunidad de Aragón se obtiene el consumo diario.

Este consumo presenta un ciclo característico para cada día, el cual se repite prácticamente el resto del año, por tanto, analizando la variabilidad de este día, se procede a estimar la curva de carga en función del horario característico que suelen presentar este tipo de edificios.



GRÁFICA 6 - CURVA DE CARGA DE LA ESCUELA DE LACORT – FUENTE: PROPIA

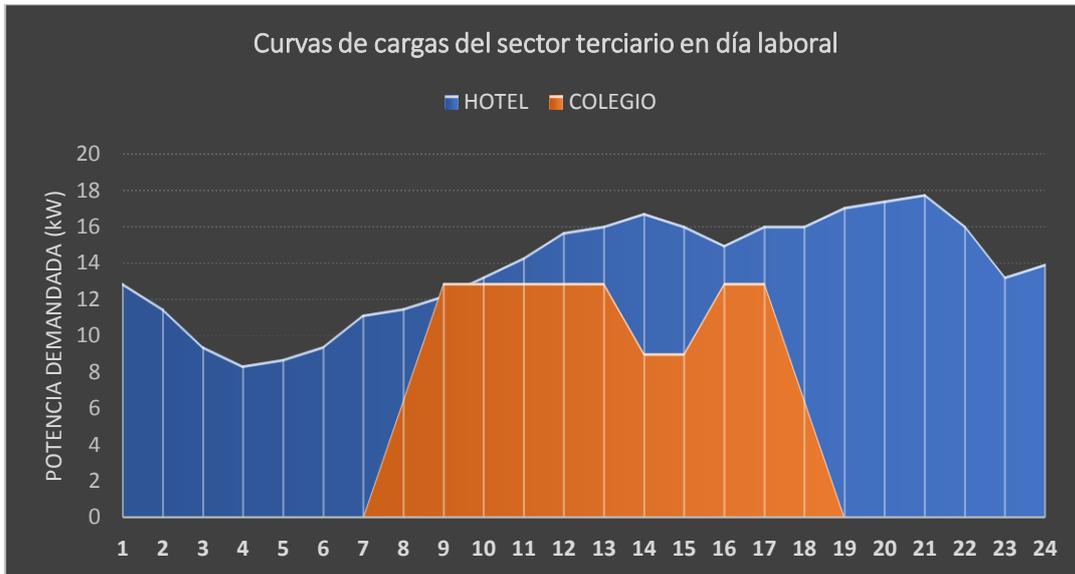
Para el hotel, se ha obtenido la curva de carga⁹ como ratio directamente y con distinción entre laboral y festivo, multiplicando este ratio por el área del Plan Especial Ilustración 2 - Alineación y rasantes – Fuente: Plano O.03 Plan Especial de Lavelilla-Lacort, para este edificio de nueva construcción, obtenemos:



GRÁFICA 7 - CURVA DE CARGA DEL HOTEL DE LACORT – FUENTE: PROPIA

⁹ Characteristic Analysis of Peak Load in Electricity on Large Scale Hotels Considering the Energy Efficiency Ji-Hye, Ryu, Won-Hwa, Hong and Youn-Kyu, Seo

Por tanto, las curvas de carga superpuestas pertenecientes al sector servicios se observa a continuación:



GRÁFICA 8 - CURVAS DE CARGA SUPERPUESTAS DEL SECTOR SERVICIOS DE LACORT - FUENTE PROPIA

2.6.3. INSTALACIONES

El último apartado a incluir en la demanda son las instalaciones auxiliares que estarán presentes en el pueblo. Estas instalaciones están compuestas por una estación de vehículos eléctricos comunitarios, por el bombeo de todo el área de cultivo y el alumbrado público, el cual contara con puntos de acceso en cada punto elevado de luz para carga de pequeños dispositivos con carga rápida.

2.6.3.1. VEHICULO ELÉCTRICO

La estación de recarga de vehículos eléctricos se diseña para 10 vehículos, de los cuales, se considera que únicamente se cargarán simultáneamente la mitad. Como coche modelo para el cálculo de la estación de recarga, se considera el Nissan Leaf, el cual se alimenta a 230 V y 16 A durante la carga, la cual se completa al 100% en 6 horas y media.

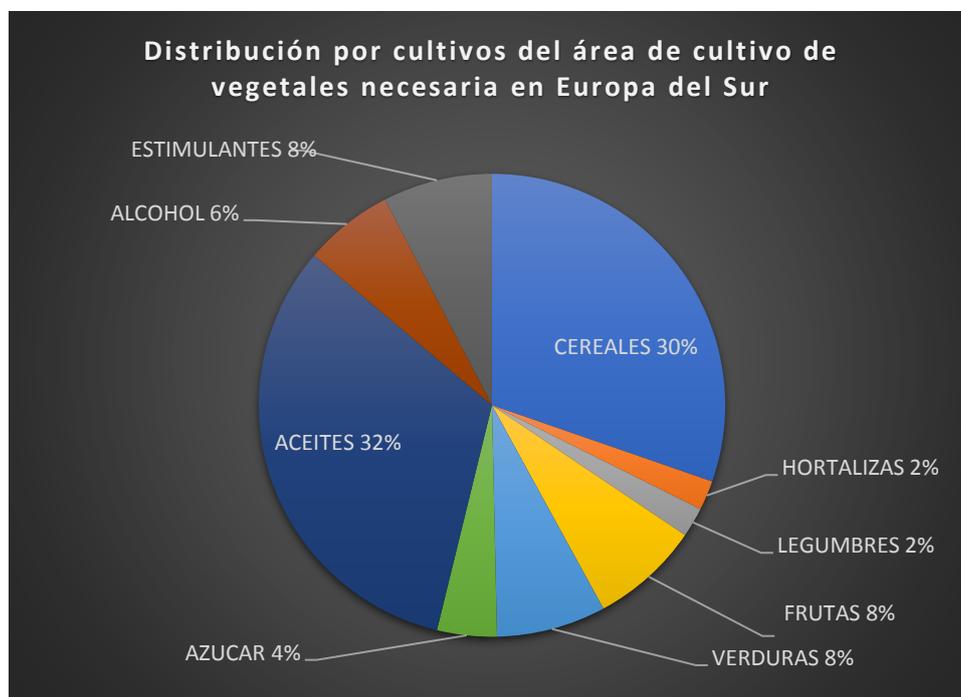
$$P_{estación} = N_{vehiculos} \times K_{simultaneidad} \times U_{cargavehiculo} \times I_{cargavehiculo} = 18,4 \text{ kW}$$

El periodo de recarga se establece de 11:00h a 17:00h, con el fin de aprovechar las horas de máxima radiación solar y equilibrar la curva de carga entorno al máximo situado a las 23:00h.

2.6.3.2. BOMBEO

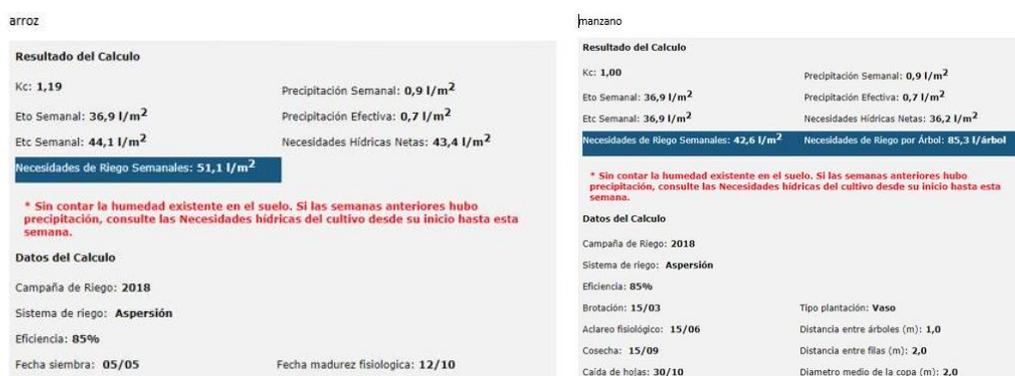
Para dimensionar la potencia necesaria para trasegar el agua de riego, se parte de la información sobre necesidades de cultivo por habitante y por año HUERTO SOSTENIBLE, la cual determina cuales son los tipos de cultivos que consume nuestro tipo de dieta (sur de Europa). Se obtiene que la porción de

vegetales recomendada, está formada por un 30% de cereales y un 32% de aceites principalmente, seguido por la fruta y las verduras con un 8% cada una.



GRÁFICA 9- DISTRIBUCIÓN POR CULTIVOS - FUENTE: GLOBAL CHANGES IN DIETS AND THE CONSEQUENCES FOR LAND REQUIREMENTS FOR FOOD THOMAS KASTNERA, MARIA JOSE IBARROLA RIVASA, WOLFGANG KOCHC, AND SANDERINE NONHEBELA

Con estos cuatro elementos predominantes se realiza un análisis ponderado de las necesidades de riego a partir de la información disponible en el ORESA¹⁰, quedando representado el 78% de variedad de cultivo que podría existir. Los datos han sido obtenidos en Huesca, la localidad con datos disponibles más cercana a Lacort, con 50 km de distancia en línea recta, se selecciona un tipo de cultivo representativo de cada grupo. El sistema de riego será por aspersión con una eficiencia del 85%¹¹. Los datos están obtenidos según la campaña de riego del año anterior 2018.



¹⁰ ORESA – Oficina de Regantes de Aragón – Recurso web - Necesidades hídricas

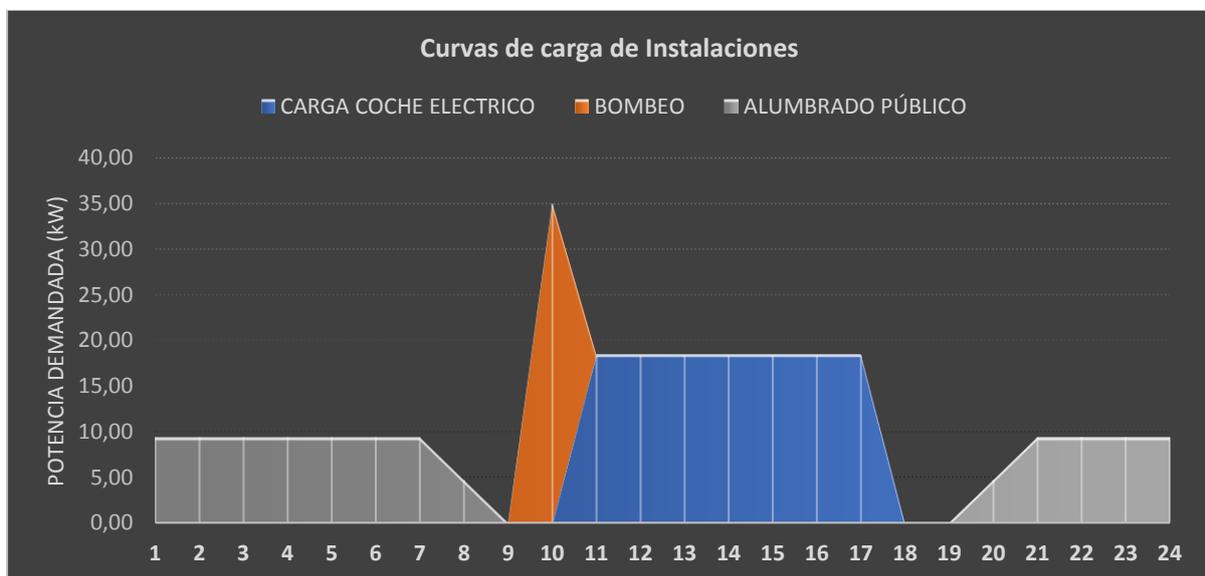
¹¹ Programa “mejora del uso y gestión del agua de riego” del sistema de asistencia al regante SAR del IFAPA

2.6.3.3. ALUMBRADO PÚBLICO

A partir de la guía de gestión energética en el alumbrado público de la comunidad de Madrid¹², donde se reflejan las potencias unitarias instaladas máximas en función de la iluminancia media de servicio. Considerando este último valor cómo el promedio entre el máximo asociado a una vía de tipo funcional (30 lux) y el mínimo asociado a una vía ambiental (5 lux). Se considera 15 lux por ser el valor más cercano en tabla. Teniendo una potencia máxima instalada de 1,00 W/m² aplicando un 10% de margen se tiene 0,9 W/m².

El área que incluye a todo el núcleo es de 10.470 m², por tanto, se obtiene una potencia instalada por alumbrado de 9,4 kW, el cual estará activo de 21:00h a 07:00h, con una ponderación del 50% para las horas consecutivas, con el objetivo de considerar la variación entre el periodo estival e invernal.

A continuación, se representan, de forma superpuesta, las curvas de carga correspondiente a las instalaciones instaladas en el pueblo:



GRÁFICA 10 - CURVAS DE CARGA DE LAS INSTALACIONES DE LACORT - FUENTE PROPIA

Se observa que los dos tipos de carga que no presentan un horario determinado, se han establecido; para el caso de la estación de carga de vehículos eléctricos, alrededor de la hora de máxima irradiancia; para el caso del bombeo, se ha seleccionado las 10:00 para homogeneizar lo máximo posible la curva de carga en las horas diurnas.

2.6.4. DEMANDA TOTAL

El paso final para caracterizar la demanda eléctrica del pueblo es agrupar todos los tipos de demanda en una sola curva de carga, obteniéndose el siguiente perfil:

¹² Guía de Gestión Energética en el Alumbrado Público. Madrid Vive Ahorrando Energía 2013. FENERCOM

La máxima demanda sigue situándose por la noche, a las 22:00h con un valor de potencia eléctrica demandada de 231,37 kW. Pero se ha logrado concentrar las cargas configurables entorno a las horas de máxima radiación con el fin de aprovechar al máximo la potencia fotovoltaica que se podría instalar.

En el caso del día festivo sigue existiendo gran diferencia entre el periodo diurno y nocturno, esto afectará al tipo de tecnología que se debe utilizar estos días, ya que requiere de uso de energía almacenable por la noche, en forma de electricidad en baterías o de combustible.

Debido a que los datos obtenidos proceden de datos promedios, estos valores de demanda eléctrica han sido ponderados al introducirlos en la herramienta HOMER, con una variación horaria y mensual del 5%, con el fin de generar aleatoriedad en la demanda de electricidad.

2.7. RECURSOS NATURALES

Lacort está situado entre el pirineo central y el pre-Pirineo oscense, a una altura de 713 msnm, por tanto, presenta un clima típico de las regiones montañosas. A continuación, se describen los principales recursos de la zona para obtener energía eléctrica, así como el proceso de introducción de valores en la herramienta HOMER.

2.7.1. RADIACIÓN SOLAR

Los datos de radiación solar por mes se obtienen a partir de PVGIS, esta herramienta online permite acceder a la base de datos de radiación solar de gran parte del mundo.

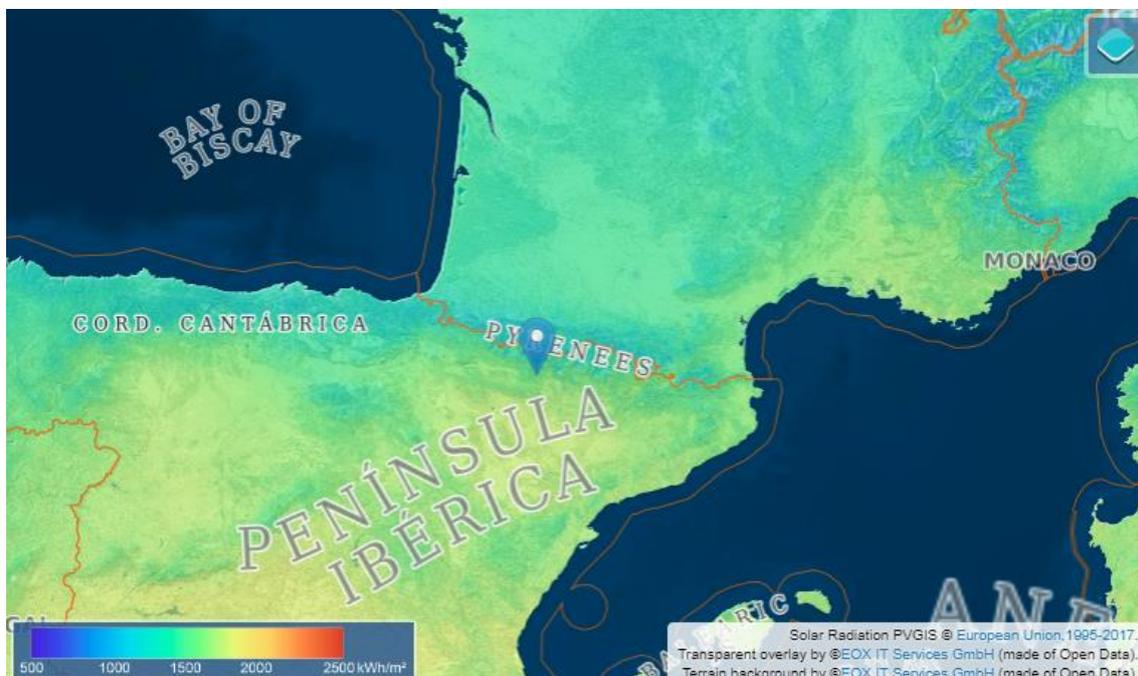


ILUSTRACIÓN 14 - MAPA CON GRADIENTE DE RADIACIÓN - FUENTE: PVGIS¹³

¹³ Photovoltaic Geographical Information System – European Commission (re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

A partir de los valores de irradiación mensual para el último año registrado, 2016, se obtienen los siguientes datos, donde el índice de claridad es hallado por el software de forma automática realizando una ponderación entre el mes de máxima radiación y el de mínima.

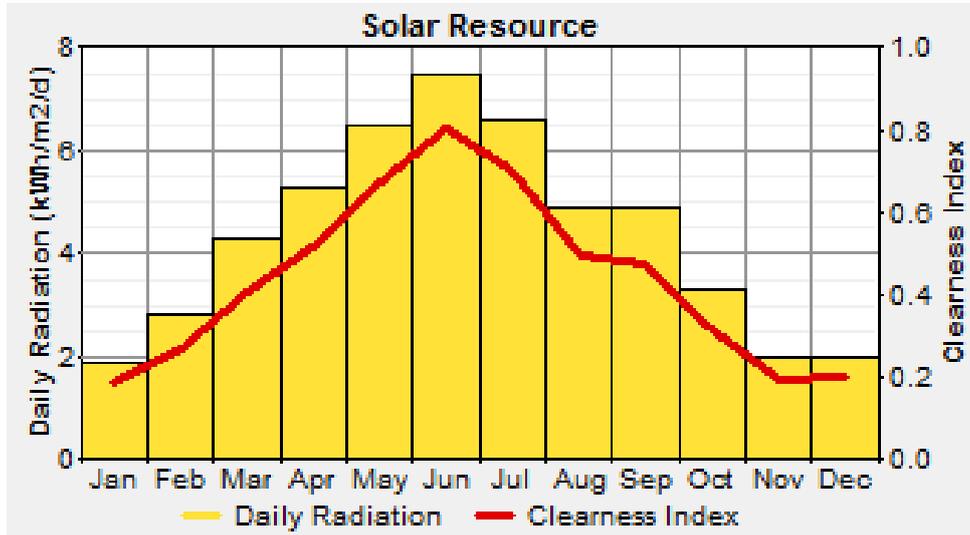


ILUSTRACIÓN 15 - RADIACIÓN DIARIA E ÍNDICE DE CLARIDAD - FUENTE: PVGIS

La herramienta de optimización de sistemas energéticos HOMER, al introducir los valores mensuales, genera una variación en función de valores típicos para cada día del mes y cada hora del día, obteniéndose el siguiente gráfico anual:

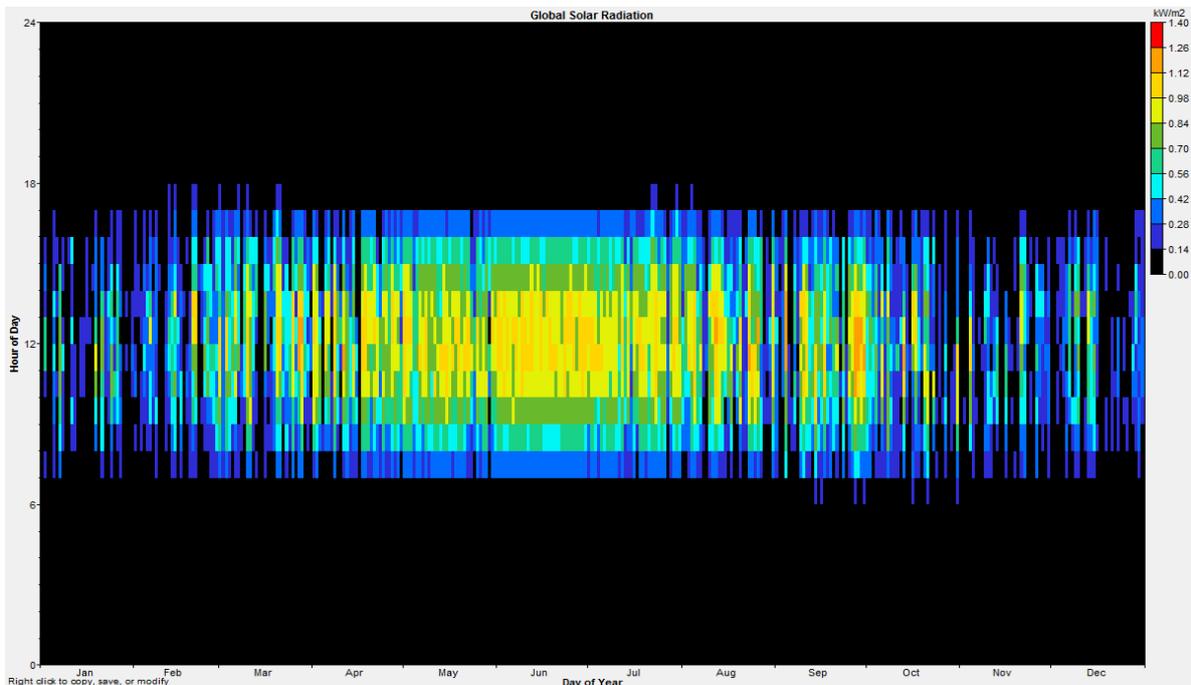


ILUSTRACIÓN 16 - RADIACIÓN SOLAR GLOBAL - FUENTE: PVGIS

2.7.2. RECURSO EÓLICO

Los datos de velocidad media del viento se obtienen de la estación meteorológica más cercana, situada en Bielsa, a 25 km, es un valle de similar orografía, pero con orientación noroeste-sureste en lugar de oeste-este. Se corrigen las direcciones del viento y se consideran igual las velocidades, aunque el valle de Bielsa es un kilómetro más estrecho.

La estación de donde se obtienen los datos¹⁴, situada a 990 metros de altitud con el indicativo 9784P, a una altura del suelo de 2m. La recopilación de datos fue iniciada en 2006 y se siguen registrando hasta la actualidad.

Se toma como muestra las velocidades diarias medias de los cinco últimos años, y se halla, para cada mes, el valor promedio de la velocidad.

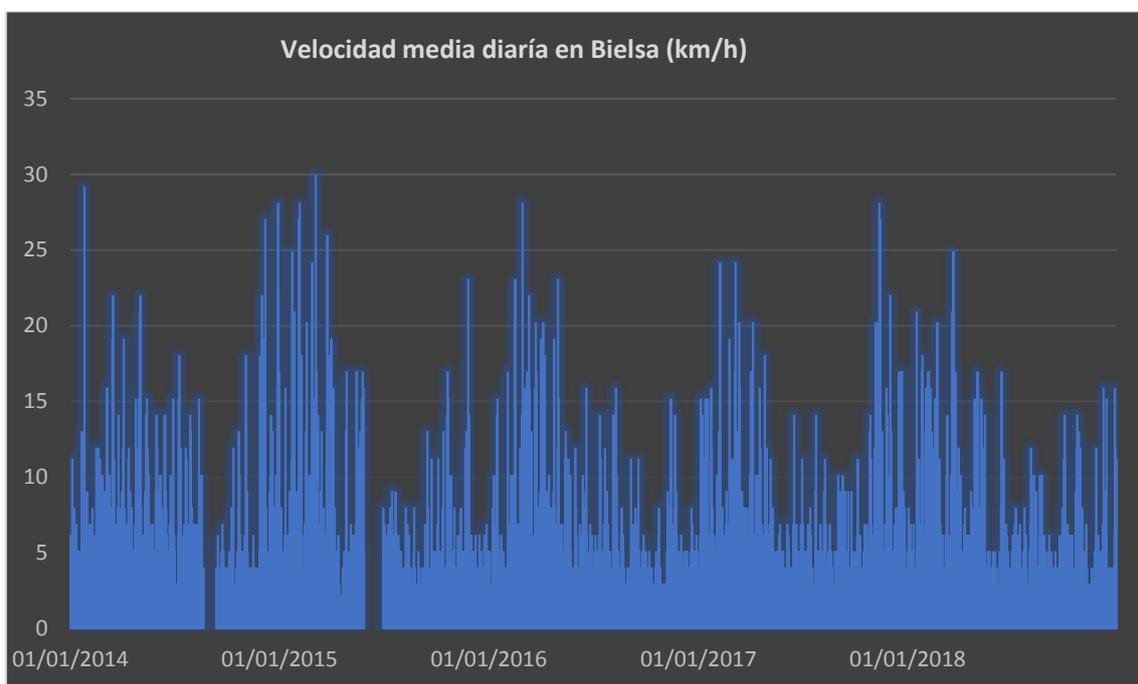


ILUSTRACIÓN 17 - VELOCIDADES MEDIAS DIARIAS EN BIELSA - FUENTE: AEMET-OPENDATA

Con la introducción de los valores medios se genera una variación para tener en cuenta posibles rachas puntuales que se pudieran ocasionar.

¹⁴ Agencia Estatal de Meteorología. Base de datos Opendata

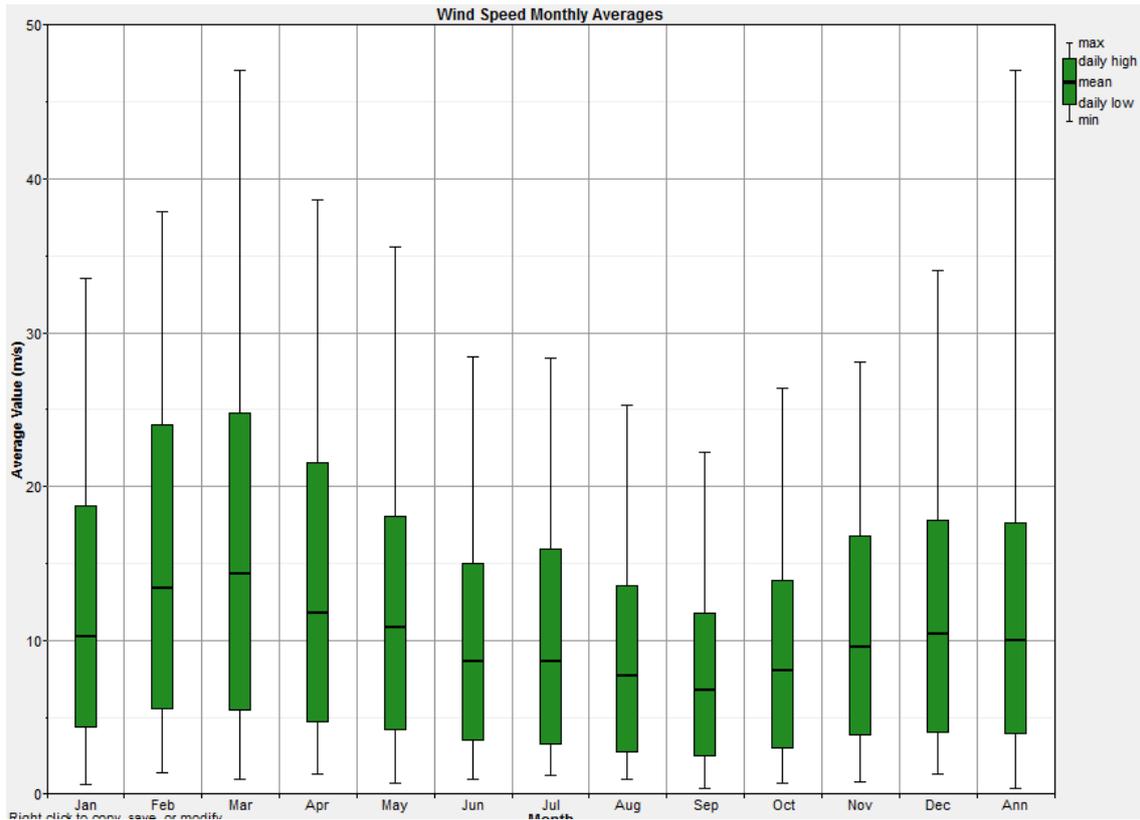


ILUSTRACIÓN 18 - VELOCIDAD MEDIA MENSUAL DEL VIENTO EN BIELSA - HOMER

2.7.3. RECURSO HÍDRICO

Con los datos del Ministerio de Agricultura y pesca Aragón se estudia el último periodo anual completo, correspondiente a 1991, los cuales distan bastante en valores absolutos del periodo actual, por tanto, se obtiene únicamente la proporción de caudales a lo largo de los doce meses, y se aplica a los valores conocidos de este año, obteniendo la estimación que se observa a continuación.

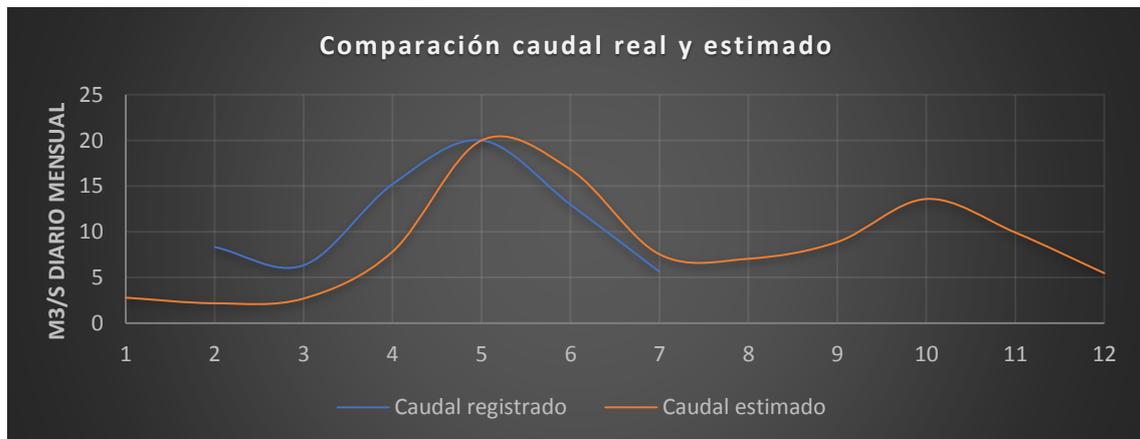


ILUSTRACIÓN 19 - CAUDALES DIARIOS MEDIOS ESTIMADOS - FUENTE: PROPIA

Aplicando un caudal ecológico del percentil 15, lo cual supone 66 m³/s, se obtienen los valores medios mensuales que se introducen en la herramienta de optimización de sistemas energéticos.

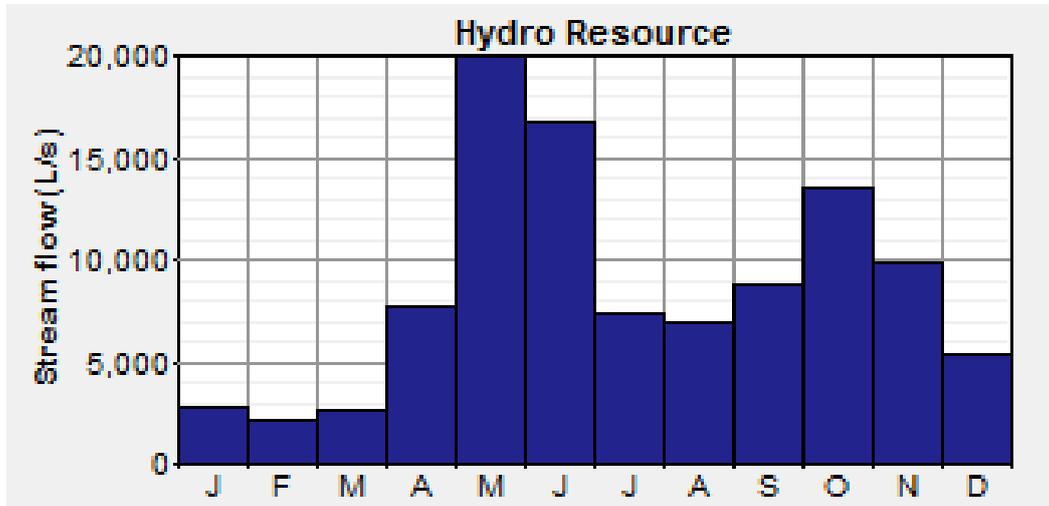


ILUSTRACIÓN 20 - CAUDALES MEDIOS ESTIMADOS DEL RIO ARA - FUENTE: PROPIA

2.7.4. BIOMASA

La materia orgánica disponible como fuente de energía, es un recurso que presenta un problema principal, el transporte, ya que, esta materia presenta una baja y variable densidad, por lo que es necesario que sea consumido en la misma zona de obtención. Además, aumenta el valor de los recursos endógenos generados por la actividad sostenible del pueblo, y permite mantener las regiones forestales cercanas limpias lo cual facilita las labores de extinción de incendios en caso de que fueran necesarias.

En la base de datos IDAE BIONLINE se generan los informes correspondientes a cada municipio [ANEXO A], se considera una generación constante a lo largo del año a partir de la producción anual de restos biomasa. El 11% es resto agricultura y el 89% de restos forestales.

| Municipio | R. agro (t/año) | R. forestal (t/año) |
|-----------|-----------------|---------------------|
| Fiscal | 210 | 1819,38 |
| Boltaña | 242 | 1816,36 |
| total | 452 | 3635,74 |

ILUSTRACIÓN 21 - RESTOS DE BIOMASA POR MUNICIPIO Y TIPO - FUENTE: IDAE BIONLINE

Por tanto, existe un total de biomasa disponible de 4.087,74 toneladas al año, distribuida a lo largo del año, supone una generación de 11,22 toneladas al día.

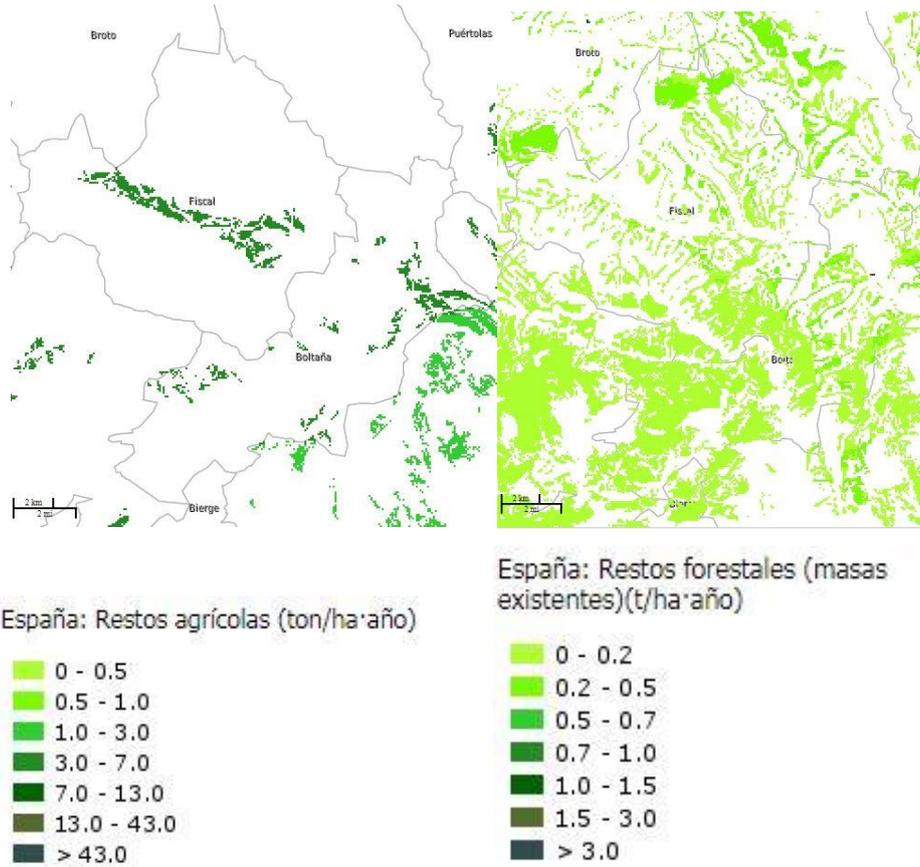
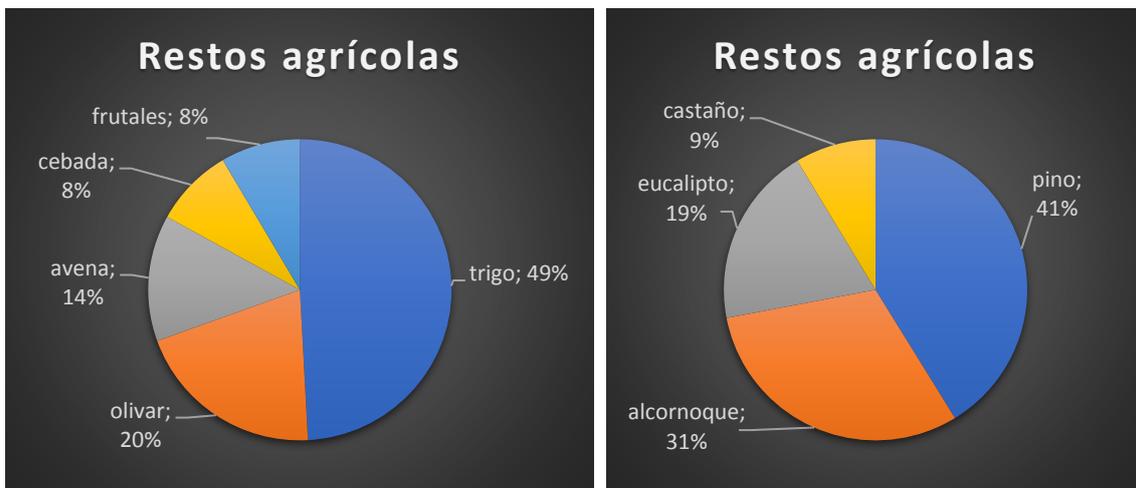


ILUSTRACIÓN 22 - INFORMACIÓN GRÁFICA DEL RECURSO ORGÁNICO DISPONIBLE - FUENTE: IDAE BIONLINE

La biomasa analizada está compuesta por diversos materiales, el valor de restos obtenidos es global, pero las propiedades están promediadas en función de la cantidad de cada tipo de resto.



GRÁFICA 13 - DISTRIBUCIÓN DE RESTOS POR TIPO - FUENTE: IDAE BIONLINE

A continuación, se determinan diferentes propiedades para definir el recurso orgánico en su totalidad. Debido a que los restos de biomasa se componen principalmente de restos forestales, los datos hallados a continuación son propios de este tipo de resto. En primer lugar, se procede a determinar el precio medio por tonelada.

| Costos (US \$) | Residuos forestales | | | Residuos industriales ² |
|---|---------------------|-------|-------|------------------------------------|
| | Valor más probable | Min. | Max. | |
| 1. Extracción (\$/t) ^{1,2} | 0,88 | 0,63 | 2,77 | n/a |
| 2. Costo de apilado + carga (\$/t) ^{1,2} | 3,09 | 2,39 | 5,66 | 2,47 |
| 3. Transporte (variable) (\$/t) ¹ | 15,36 | 12,92 | 15,70 | 9,14 |
| Fijo o arranque (\$/t) ¹ | 4,80 | 3,14 | 5,03 | n/a |
| Variable (\$/t/km) ¹ | 0,13 | 0,12 | 0,13 | n/a |
| 4. Comisión de extraccionista (\$/t) ² | 0,97 | 0,80 | 1,21 | n/a |
| 5. Derecho de monte (\$/t) ^{1,3} | 2,74 | n/a | 3,70 | 9,38 |
| 6. Servicios técnicos ¹ | 0,38 | n/a | 0,62 | n/a |

¹ Fuente: Uniones de Ejidos Santiago Papasquiario y El Salto. ² Fuente: Grupo Papelero Scribe S.A. de C.V., intermediarios de Maderas y Sintéticos S.A. de C.V. ³ Se refiere al pago por el uso del producto ya sea al dueño del bosque o de un aserradero (industria).

TABLA 10 - COSTES DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL (DISTANCIA DE 80 KM) FUENTE: VARIAS

El mayor coste corresponde al transporte, así pues, el precio obtenido es de 24,14 € por tonelada de residuo forestal, este precio se extenderá a la totalidad de recurso orgánico disponible. El contenido en carbón es de 46,94%¹⁵ para el pino, por ser el que cuenta con porcentaje mayoritario, se generaliza este valor para el resto. El ratio de gasificación de 0,12 kg/kg indica que por cada kilogramo de combustible sólido se obtiene de 50 a 120 gramos de gas¹⁶, se selecciona el máximo. El poder calorífico inferior de la biomasa, considerada como madera principalmente, es de 19,2¹⁷ MJ/kg.

2.7.5. COMBUSTIBLES FÓSILES

Para el caso de los combustibles fósiles, únicamente se considera el gasóleo A, para abastecer el grupo electrógeno considerado en una de las alternativas de suministro, la media anual para 2019 es de 1,301¹⁸ euros por litro.

También se incluye en este apartado el coste por emisiones de CO₂, determinado por el Sistema Europeo de Negociación de CO₂¹⁹, se considera como valor la media anual actual de 24,73€ por tonelada.

¹⁵ Carbon Content in Juvenile and Mature Wood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Mariusz Bembenek, Dieter F. Giefing, Tomasz Jelonek, Zbigniew Karaszewski.

¹⁶ Energy from Biomass – MNRE – P.J. Paul; Indian Institute of Science.

¹⁷ Manual de combustibles de madera Valter Francescato, Eliseo Antonini. Luca Zuccoli bergomi

¹⁸ Ministerio de Industria, Energía y Turismo

¹⁹ SENDECO. Sistema Europeo de Negociación de CO₂. Consultado en: (www.sendeco2.com/es/precios-co2)

3. SUMINISTRO ELÉCTRICO

Con la demanda eléctrica analizada y caracterizada, se procede a calcular la alternativa que mejor se adapta a las necesidades de la población.

3.1. TECNOLOGÍAS A ANALIZAR

Las tecnologías disponibles son paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, grupo electrógeno diésel, turbina mini hidráulica fluyente, generador eléctrico de biomasa gasificada y baterías. A continuación, se muestran los modelos tenidos en cuenta. [ANEXO B]

| TECNOLOGÍAS | Modelo | Fabricante | Potencia kW | Coste + envío € | O&M €/año |
|---------------------------|-------------------------|------------|-------------|-----------------|-----------|
| Turbina hidráulica | A - 10 | TURBULENT | 10 | 80.000 | 803,8 |
| Fotovoltaica | ESPMC200 | Atersa | 0,2 | 119,79 | 1,9 |
| | ATERSA A-330P | Atersa | 0,33 | 199,65 | 3,3 |
| Turbina Eólica | E30PRO | ENAIR | 1,9 | 8.600 | 50,5 |
| | E70PRO | ENAIR | 4 | 11.210 | 65,9 |
| | E200 | ENAIR | 18 | 58.750 | 345,5 |
| Generador biogás | 498 | QUANCHAI | 20 | 11.240,32 | 295,0 |
| | 615 | YTO | 50 | 27.165,32 | 713,0 |
| | 618 | YTO | 100 | 30.805,32 | 808,6 |
| | 6160ZD | WEICHAI | 160 | 43.545,32 | 1.143,0 |
| Generador diésel | GSW 65 D | DEUTZ | 65 | 13.485 | 311,1 |
| | GSW 110 D | DEUTZ | 110 | 16.800 | 387,6 |
| | GSW 170 D | DEUTZ | 170 | 22.345 | 515,6 |
| | GSW 220 D | DEUTZ | 220 | 26.070 | 601,6 |
| Baterías | Powerpack 50 | Tesla | 50 | 32.760 | 455 |
| | Powerpack 100 | Tesla | 100 | 65.520 | 910 |
| | Powerpack 1000 | Tesla | 1000 | 484.407 | 9.100 |
| Inversor | Híbrido Trifásico 10kVA | Atersa | 10 | 3.124,68 | 0 |
| | Red PRO-33.0-TL -400 | Atersa | 33 | 4.056,22 | 0 |

TABLA 11 - TECNOLOGÍAS DE ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO - FUENTE: PROPIA

Como condiciones particulares, en eólica están incluidos los costes de accesorios en el precio capital. Para fotovoltaica se considera un ángulo de instalación de 38º, el óptimo indicado por PVGIS. Y el periodo de vida considerado para la instalación es de 25 años.

El coste de mantenimiento²⁰ viene determinado por un porcentaje aplicable al coste de inversión.

²⁰ Costo de abatimiento de nueva energía (LACE) y costo de desarrollo de la energía (LCOE). Hugh Rudnick, Daniel Charlín

A continuación, mediante la herramienta de optimización de abastecimiento energético HOMER se analizan las diversas alternativas de suministro.

3.1.1. ALTERNATIVA 1- Fotovoltaica, eólica, baterías y biomasa

La primera alternativa de suministro se basa en las tecnologías renovables más maduras, con la biomasa cómo tecnología de respaldo, esta última es interesante desde el punto de vista ambiental y social, debido a la creación de empleo que daría lugar la obtención y recolección de los restos forestales analizados. Por otra parte, las baterías se han dimensionado para evitar cortes en el consumo en todo el periodo de estudio. Con estas premisas, la alternativa se compone de 650 kWp de potencia instalada fotovoltaica, 180 kW de eólica, 120 kW de biomasa y 12,6 MWh de capacidad correspondiente a las baterías, lo cual, considerando que el consumo diario total es 4,02 MWh por día, la autonomía es de tres días y 3 horas.

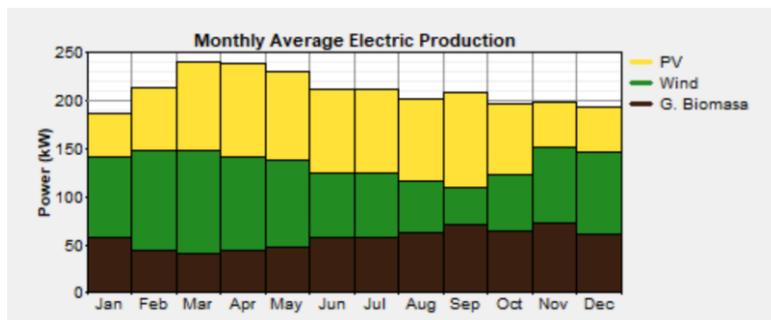
Esta alternativa presenta un coste inicial de 2.417.953 € y un coste de la energía de 0,338 €/kWh. Las emisiones de CO₂ producidas anualmente en este caso es de 1.377 kg.

A continuación, se muestra la producción de energía asociada a cada tecnología, así como el total producido. Esta alternativa de suministro se basa en tecnologías con generación no predecible, por tanto, es imperativo el apoyo de un sistema de baterías dimensionado para asegurar el suministro en caso de fallo de ambas tecnologías suministradoras (dos días nublados sin viento). El generador de biomasa suministra la energía consumida base en los periodos que no se dispone de los recursos eólicos o solares.

| Annual electrical energy production | | | Annual electric loads served | |
|-------------------------------------|----------------------|-------|------------------------------|----------------------|
| PV array: | 675,358 kWh | (36%) | AC primary load served: | 1,468,031 kWh |
| Wind turbines: | 678,953 kWh | (37%) | | |
| G. Biomasa: | 497,836 kWh | (27%) | | |
| Total production: | 1,852,147 kWh | | Total load served: | 1,468,031 kWh |
| Renewable fraction: | 1.000 | | Excess electricity: | 288,499 kWh (16%) |
| | | | Unmet electric load: | 0.001038 kWh (0%) |
| | | | Capacity shortage: | 35 kWh (0%) |

TABLA 12 - PRODUCCIÓN ENERGÉTICA POR TECNOLOGÍA PARA ALTERNATIVA 1 - FUENTE: HOMER

Este tipo de sistema de abastecimiento sería interesante para ser utilizado como punto de generación aislado, en el caso de que se pudiera volcar a red la energía sobrante.



GRÁFICA 14 - PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA POR MES PARA ALTERNATIVA 1- FUENTE: HOMER

3.1.2. ALTERNATIVA 2 – Biomasa, hidráulica fluyente, fotovoltaica y baterías

La segunda alternativa de suministro se compone de 300 kW de potencia generada por biomasa gasificada, 100 kW de fotovoltaica y 55 kW de hidráulica fluyente.

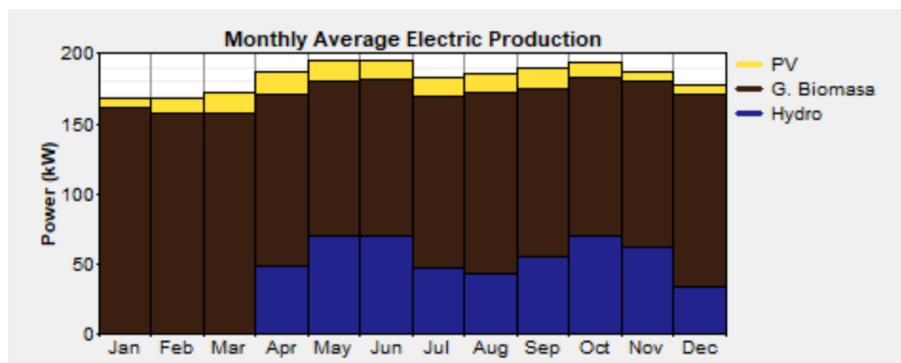
Esta alternativa presenta un coste inicial de 225.623 € y un coste de la energía de 0,075 €/kWh. Las emisiones de CO₂ producidas anualmente en este caso es de 3.442 kg, correspondientes a las emisiones de la biomasa, por tanto, podría considerarse el ciclo de emisiones como emisión nula.

A continuación, se muestra la producción de energía asociada a cada tecnología, así como el total producido. Esta alternativa de suministro se basa en la utilización de las tecnologías renovables (la biomasa se considera como restos producidos cíclicamente a lo largo del año) con posibilidad de utilización como tecnología base, es decir, no depende de un recurso aleatorio. La gasificación de biomasa es el principal aporte energético, tal y como se muestra en la siguiente tabla. La energía fotovoltaica cubre los picos generados en periodo diurno, y la hidráulica fluyente proporciona una potencia base a lo largo de todo el año.

| Annual electrical energy production | | | Annual electric loads served | |
|-------------------------------------|----------------------|-------|------------------------------|----------------------|
| PV array: | 103,901 kWh | (6%) | AC primary load served: | 1,467,866 kWh |
| Hydro turbine: | 368,005 kWh | (23%) | | |
| G. Biomasa: | 1,138,690 kWh | (71%) | | |
| Total production: | 1,610,596 kWh | | Total load served: | 1,467,866 kWh |
| Renewable fraction: | 1.000 | | Excess electricity: | 134,686 kWh (8%) |
| | | | Unmet electric load: | 165.1 kWh (0%) |
| | | | Capacity shortage: | 185.1 kWh (0%) |

TABLA 13 - PRODUCCIÓN ENERGÉTICA POR TECNOLOGÍA PARA ALTERNATIVA 2 - FUENTE: HOMER

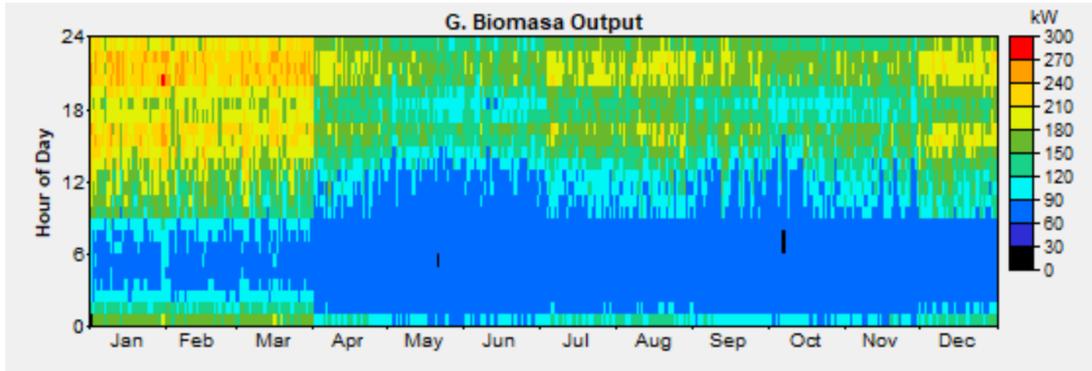
La principal aportación energética es mediante la producción eléctrica mediante biomasa gasificada, tal y como se observa en la gráfica 15, la fotovoltaica sirve de apoyo en horario diurno pero su aportación no es significativa, sirve para reducir el consumo de biocombustible levemente.



GRÁFICA 15 - PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA POR MES PARA ALTERNATIVA 2 - FUENTE: HOMER

La hidráulica supone una generación estacional en función del caudal presente en el cauce, debido al dimensionamiento del equipo, existen tres meses, los de mínima aportación hidráulica, que el caudal es inferior al mínimo.

Respecto a la biomasa, se observa que coincide con la curva de demanda, siendo mínima en las horas nocturnas y presentando dos picos alrededor de las 14:00h y las 22:00. Y que gana importancia en los meses comentados anteriormente ya que debe suplir la ausencia de potencia hidráulica aprovechable.



GRÁFICA 16 - PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE BIOMASA GASIFICADA PARA ALTERNATIVA 2 - FUENTE: HOMER

Esta alternativa es la que supone un impacto visual menor, pero depende en gran parte de una tecnología y no existe posibilidad de almacenamiento, por tanto, presenta gran riesgo de corte de suministro.

3.1.3. ALTERNATIVA 3 – Biomasa y diésel

La tercera alternativa de suministro se basa igualmente en biomasa gasificada, con una potencia instalada de 260 kW, y un apoyo mediante grupo electrógeno diésel de 65 kW de potencia.

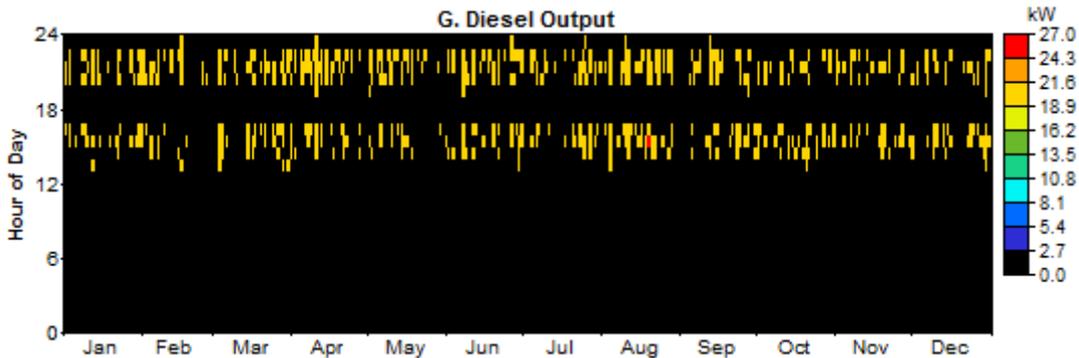
Esta alternativa presenta un coste inicial de 78.263 € y un coste de la energía de 0,076 €/kWh. Las emisiones de CO₂ producidas anualmente en este caso es de 20.741 kg, más del cuatro veces las emisiones de la segunda alternativa y treinta y cuatro veces más que la primera. Además, al utilizar combustibles fósiles presenta otros contaminantes, cómo dióxido de azufre.

A continuación, se muestra la producción de energía asociada a cada tecnología, así como el total producido. Esta alternativa pretende representar otro tipo de abastecimiento aislado, mediante tecnologías no renovables y basándose en el consumo de biomasa para abastecer a toda la población. Esto se realiza con el fin de que el método de decisión contemple todo tipo de alternativas, no solo las soluciones de abastecimiento típico.

| Annual electrical energy production | | | Annual electric loads served | | |
|-------------------------------------|----------------------|-------|------------------------------|----------------------|------|
| G. Diesel: | 12,173 kWh | (1%) | AC primary load served: | 1,468,031 kWh | |
| G. Biomasa: | 1,456,733 kWh | (99%) | | | |
| Total production: | 1,468,905 kWh | | Total load served: | 1,468,031 kWh | |
| Renewable fraction: | 0.992 | | Excess electricity: | 873 kWh | (0%) |
| | | | Unmet electric load: | 0 kWh | (0%) |
| | | | Capacity shortage: | 0 kWh | (0%) |

TABLA 14 - PRODUCCIÓN ENERGÉTICA POR TECNOLOGÍA PARA ALTERNATIVA 3 - FUENTE: HOMER

En este caso se ajusta exactamente a la demanda, ya que se utilizan combustibles almacenados y se utiliza la potencia necesaria en cada momento. No existen recursos de disponibilidad variable.



GRÁFICA 17 - PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE DIÉSEL PARA ALTERNATIVA 3 - FUENTE: HOMER

El generador diésel cubre los picos de máxima demanda correspondiente a las horas máximas citadas en otros apartados. Es el generador de biomasa el encargado de abastecer la totalidad de la demanda.

En este caso, al igual que ocurría en la alternativa 2, existe un riesgo elevado de coste de suministro debido a la falta de variedad en la combinación de tecnologías de abastecimiento eléctrico, únicamente una tecnología dispone de la potencia instalada suficiente para abastecer la demanda, en caso de fallo en el generador eléctrico de biomasa, el generador diésel no podría abastecer la demanda.

3.1.4. ALTERNATIVA 4 – Suministro tradicional a red

En primer lugar, se debe caracterizar el coste por metro de abastecimiento mediante tendido eléctrico, para ello se utiliza el generador de precios de CYPE, obteniendo, para una torre de apoyo metálico de celosía y una altura de 16 metros, un precio por torre de 1.947,77 €²¹. Analizando la distancia entre torres presente en un pueblo similar al del estudio, esta distancia es de 110 m. Por tanto, el precio correspondiente a sustentación es de 18,10 €/m.

A este valor, debe añadirse el coste del cable de aluminio utilizado en transporte, consultado en el mismo generador de precios, siendo este aluminio, y considerando 4 cables de 50 mm² de sección (según sección mínima admisible por el ITC), se obtiene un coste total de la instalación de tendido eléctrico de 34€/m.

Con este coste de instalación de tendido eléctrico por metro instalado, es posible comparar con el coste inicial de las anteriores alternativas, obteniendo la distancia a la cual los costes se igualan.

$$Distancia\ equilibrio\ costes = \frac{Coste\ inicial\ alt.\ 1}{Coste\ unitario\ red\ electrica} = \frac{2.417.953\ €}{34.000\ €/km} = 71,1\ km$$

²¹ Generador de precios de CYPE. Consultado en: (www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/Urbanas/Lineas_aereas/Apoyo_metalico_de_celosia_0_2_1_0_0_1.html)

Para la alternativa 1 esta distancia es de 71,1 km, superior a los 17 km necesarios, por tanto, económicamente, sería más viable el suministro mediante tendido eléctrico. En las otras dos alternativas, la distancia de equilibrio es negativa, por tanto, en todo caso es más barato realizar las alternativas aisladas que la conexión a red.

A continuación, se analiza cual es la subestación más cercana a Lacort.

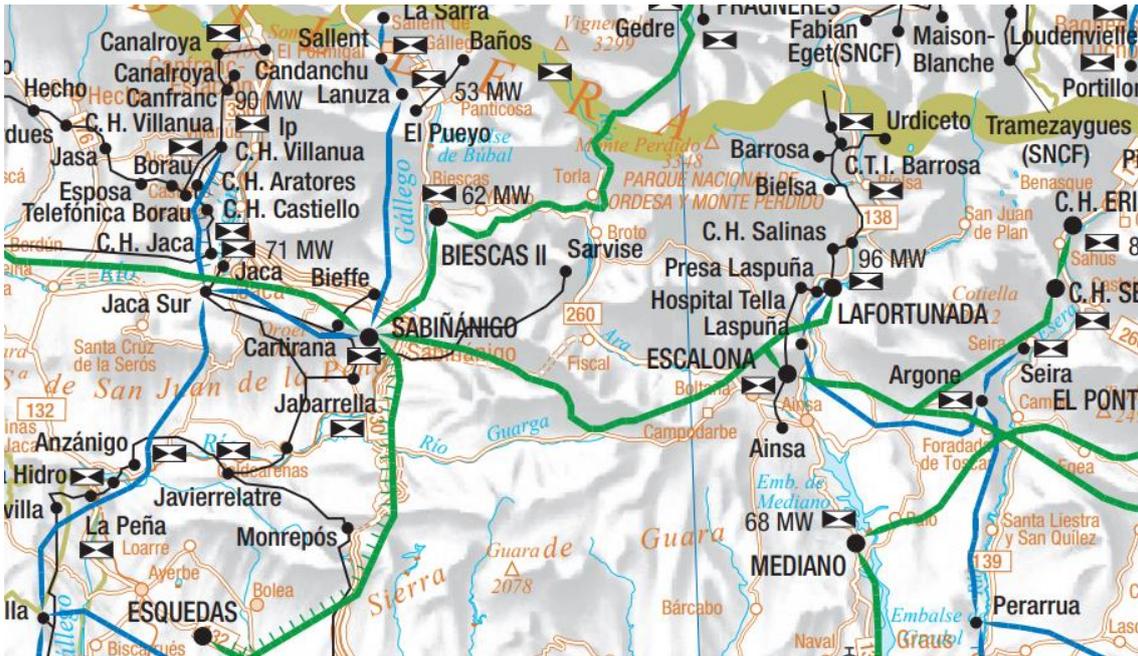


ILUSTRACIÓN 23 - MAPA DEL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL EN 2015 - FUENTE: REE

Calculando el trayecto más corto, y acorde a la orografía del terreno, se obtiene la siguiente ruta aproximada que seguirá el tendido eléctrico desde el pueblo hasta la subestación de Escalona, cerca de Boltaña.

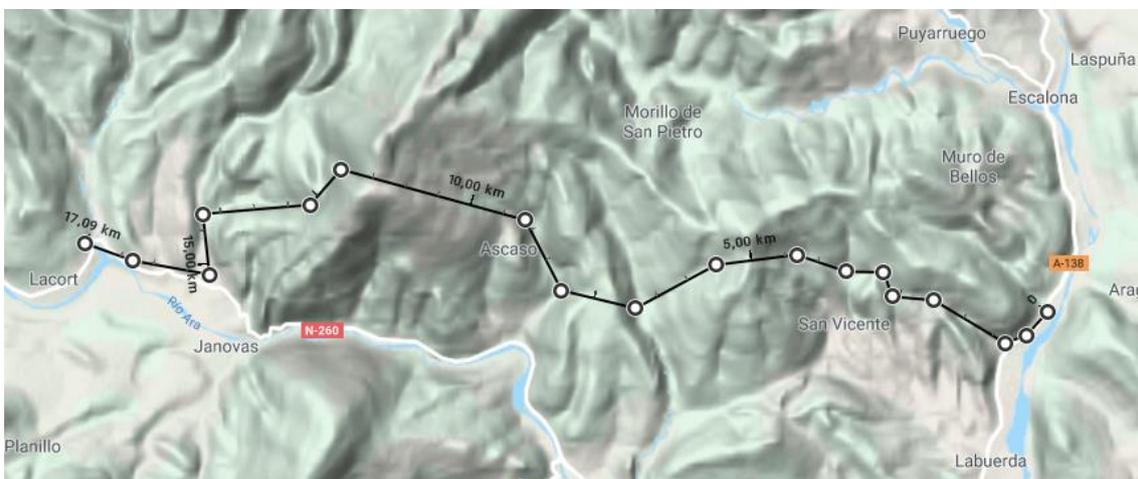


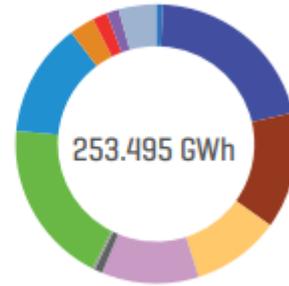
ILUSTRACIÓN 24 - DISTANCIA DESDE LACORT A SUBESTACIÓN ESCALONA - FUENTE: GOOGLE MAPS.

Mediante el ratio hallado anteriormente y los 17,09 km de tendido eléctrico necesario, se obtiene un coste inicial para esta alternativa de 581.060 €.

Respecto a la generación en red, para determinar por completo este tipo de abastecimiento debe analizarse de donde procede esta energía.

Cobertura de la demanda eléctrica peninsular. Año 2018 (%)

| | | | |
|-------------------------------------|-------|--|-------|
| ■ Nuclear | 20,6% | ■ Eólica | 19,0% |
| ■ Carbón | 13,5% | ■ Hidráulica | 13,2% |
| ■ Ciclo combinado | 10,2% | ■ Solar fotovoltaica | 2,9% |
| ■ Cogeneración | 11,2% | ■ Solar térmica | 1,7% |
| ■ Residuos no renovables | 0,9% | ■ Otras renovables | 1,4% |
| ■ Turbinación bombeo ⁽¹⁾ | 0,8% | ■ Residuos renovables | 0,3% |
| | | ■ Saldo importador de intercambios internacionales | 4,3% |



GRÁFICA 18 - MIX ENERGÉTICO ESPAÑOL EN 2018 - FUENTE: REE

Para 2018 se obtiene que la generación eléctrica mediante tecnologías de abastecimiento renovable era del 40,1 %, incluyendo la hidráulica, eólica, fotovoltaica y residuos renovables.

3.2. APLICACIÓN DEL ANALISIS JERARQUICO (AHP)

Con el fin de seleccionar la alternativa final con el mayor consenso posible, y no desde un solo punto de vista. Se dispone a crear un proceso analítico jerárquico, en el cual se evaluará, mediante la opinión de doce perfiles diferentes; los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales de cada alternativa, otorgando prioridad a cada uno de ellos en función del promedio hallado en el conjunto de perfiles.

Este método permite realizar una toma de decisiones compleja, partiendo de diversos criterios con subcriterios asociados, se analiza cada alternativa a tener en cuenta desde cada uno de ellos. Para ello, se comparan cada subcriterio para obtener un vector promedio que ordene cada uno de ellos, así sucesivamente hasta pasar al siguiente nivel, que es obtener el vector promedio de los criterios generales a partir de sus subcriterios. Y por último cruzar este vector con el

3.2.1. CRITERIOS APLICABLES

Los criterios y subcriterios seleccionados, al igual que el tipo de perfiles entrevistados, pretenden otorgar opiniones resolutorias desde diversos puntos de vista, con el fin de que la solución final sea un consenso de todos ellos. [ANEXO D]

| CRITERIO | SUBCRITERIO 1 | SUBCRITERIO 2 | PERFILES ENTREVISTADOS |
|------------------|-------------------|-----------------------|---|
| Económico | Inversión | Ahorro anual | Economista Gestor hotelero Profesor |
| Técnico | Fiabilidad | Autonomía | Ingeniero Energético Ingeniero Industrial Ingeniero Electrónico |
| Ambiental | Tasa renovable | Impacto visual | Ingeniera Agrónoma Historiador del Arte Filósofa |
| Social | Desarrollo futuro | Integración histórica | Antiguo habitante Habitante rural Futuro habitante |

TABLA 15 - CRITERIOS DEL MÉTODO AHP Y PERFILES ENTREVISTADOS - FUENTE: PROPIA

3.2.2. CÁLCULO DE MATRICES DE SUBCRITERIOS

De los ocho subcriterios seleccionados, cuatro son objetivos y cuatro subjetivos. Se analiza en primer lugar los cuantitativos:

Se procede a desarrollar el cálculo del primer vector promedio.

$$\text{Criterio inversión inicial } A1 - A2 = 2.417.953 - 225.623 = 2192330$$

Se normalizan los valores mediante la máxima diferencia de valores, obtenido entre la alternativa 1 y 3, y se representa en base 9, ya que este valor es en el que se basan las encuestas realizadas. De esta forma, se obtiene el primer valor de la matriz.

$$\text{Criterio inv. inic. } A1 - A2 \text{ F2C1} = \frac{2.192.330 \times 9}{2.417.953 - 78.263} = 8,4$$

Al ser muy cercano a 9, el máximo normalizado, indica que estas dos alternativas presentan mucha diferencia de inversión inicial. En la celda inversa, F1C2, se expresa el valor invertido $1/8,4 = 0,1$.

$$\text{Crit. inv. inic. } A1 \text{ F2C1 normalizado} = \frac{\text{criterio } A1 - A2 \text{ base } 9}{\sum \text{criterios } A1 \text{ base } 9} = \frac{8,4}{1 + 8,4 + 9 + 7,1} = 0,33$$

$$\text{Vector promedio} = \frac{\sum \text{criterios } A2 \text{ base } 1 \text{ (normalizados)}}{n^{\circ} \text{ alternativas}} = \frac{0,33 + 0,42 + 0,52 + 0,32}{4} = 0,39$$

| SUBCRITERIO: MENOR INVERSIÓN INICIAL | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| A2 | 8,4 | 1 | 1,7 | 1,4 | 0,33 | 0,42 | 0,52 | 0,32 | 0,39 |
| A3 | 9 | 0,6 | 1 | 1,9 | 0,35 | 0,25 | 0,30 | 0,43 | 0,33 |
| A4 | 7,1 | 0,7 | 0,5 | 1 | 0,28 | 0,29 | 0,15 | 0,23 | 0,24 |
| SUMA | 25,5 | 2,4 | 3,3 | 4,4 | | | | | |

TABLA 16 - SUBCRITERIO DE INVERSIÓN INICIAL - FUENTE: PROPIA

El criterio de inversión inicial viene determinado por el coste de la instalación, tal y como se expresó en el apartado de Tecnologías a analizar, para cada alternativa. La peor opción es la alternativa 1, debido al sobredimensionado que se efectúa en ese caso con el fin de asegurar el abastecimiento en caso de fallo de alguna tecnología. El más barato es la solución con biomasa y diésel (alternativa 3), debido al bajo coste de estos generadores.

| SUBCRITERIO: AHORRO ANUAL | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|-----|-----|-----|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| A2 | 6,4 | 1 | 1 | 0,4 | 0,28 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,23 |
| A3 | 6,5 | 1 | 1 | 0,4 | 0,28 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,23 |
| A4 | 9 | 2,6 | 2,5 | 1 | 0,39 | 0,54 | 0,53 | 0,53 | 0,50 |
| SUMA | 22,9 | 4,8 | 4,7 | 1,9 | | | | | |

TABLA 17 - SUBCRITERIO DE AHORRO ANUAL - FUENTE: PROPIA

El ahorro anual está relacionado directamente con los costes anuales, por tanto, la alternativa que menor coste anual presenta es el de tendido eléctrico (alternativa 4) debido a que este sistema solo contempla el transporte de energía y no la generación, que es la que supone mayor mantenimiento.

| SUBCRITERIO: AUTONOMÍA | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|----|----|----|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 9 | 9 | 9 | 0,77 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| A2 | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| A3 | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| A4 | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| SUMA | 1,3 | 12 | 12 | 12 | | | | | |

TABLA 18 - SUBCRITERIO DE AUTONOMÍA - FUENTE: PROPIA

En este subcriterio se analiza la capacidad del sistema para poder suministrar la demanda eléctrica durante un periodo de tiempo a largo plazo, el único sistema que presenta esta posibilidad es la alternativa 1.

| SUBCRITERIO: PORCENTAJE RENOVABLES | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 1 | 1,1 | 9 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,33 |
| A2 | 1 | 1 | 1,1 | 9 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,33 |
| A3 | 0,9 | 0,9 | 1 | 8,8 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,32 | 0,30 |
| A4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| SUMA | 3 | 3 | 3,3 | 27,8 | | | | | |

TABLA 19 - SUBCRITERIO DE PORCENTAJE DE RENOVABLES- FUENTE: PROPIA

El último subcriterio cuantitativo tiene en cuenta el porcentaje de renovables que suministra la energía en cada alternativa, siendo esta tasa unitaria en la alternativa 1 y 2. Algo menor, debido al generador diésel en la alternativa 3 y mucho menor en la alternativa de conexión a red debido al tipo de mix energético existente en el sistema ibérico.

Los subcriterios subjetivos se han ordenado en función de las respuestas dadas por los diferentes perfiles en las encuestas.

| SUBCRITERIO: FIABILIDAD | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 0,34 | 1,13 | 0,56 | 0,15 | 0,08 | 0,31 | 0,12 | 0,17 |
| A2 | 2,93 | 1 | 1,13 | 0,56 | 0,44 | 0,25 | 0,31 | 0,12 | 0,28 |
| A3 | 0,89 | 0,89 | 1 | 2,70 | 0,13 | 0,22 | 0,28 | 0,56 | 0,30 |
| A4 | 1,80 | 1,80 | 0,37 | 1 | 0,27 | 0,45 | 0,10 | 0,21 | 0,26 |
| SUMA | 6,61 | 4,03 | 3,62 | 4,81 | | | | | |

TABLA 20 - SUBCRITERIO DE FIABILIDAD - FUENTE: PROPIA

La opción que, en consenso, se considera más fiable es la alternativa 3, compuesta por el generador de electricidad mediante biomasa gasificada y el generador diésel.

| SUBCRITERIO: IMPACTO VISUAL | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 3,15 | 3,38 | 0,30 | 0,20 | 0,40 | 0,42 | 0,05 | 0,27 |
| A2 | 0,32 | 1 | 3,38 | 0,30 | 0,06 | 0,13 | 0,42 | 0,05 | 0,17 |
| A3 | 0,30 | 0,30 | 1 | 4,95 | 0,06 | 0,04 | 0,13 | 0,76 | 0,24 |
| A4 | 3,38 | 3,38 | 0,20 | 1 | 0,68 | 0,43 | 0,03 | 0,15 | 0,32 |
| SUMA | 4,99 | 7,82 | 7,95 | 6,54 | | | | | |

TABLA 21 - SUBCRITERIO DE IMPACTO VISUAL - FUENTE: PROPIA

En impacto visual, la alternativa más destacable es la alternativa 4, de suministro mediante conexión a red con tendido eléctrico.

| SUBCRITERIO: DESARROLLO FUTURO | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|-------|-------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 3,38 | 6,30 | 3,15 | 0,56 | 0,70 | 0,45 | 0,32 | 0,51 |
| A2 | 0,30 | 1 | 6,30 | 3,15 | 0,17 | 0,21 | 0,45 | 0,32 | 0,28 |
| A3 | 0,16 | 0,16 | 1 | 2,70 | 0,09 | 0,03 | 0,07 | 0,27 | 0,12 |
| A4 | 0,32 | 0,32 | 0,37 | 1 | 0,18 | 0,07 | 0,03 | 0,10 | 0,09 |
| SUMA | 1,77 | 4,85 | 13,97 | 10,00 | | | | | |

TABLA 22 - SUBCRITERIO DE DESARROLLO FUTURO - FUENTE: PROPIA

La tecnología que, consensuadamente por los doce perfiles, presenta mayor proyección de futuro es a fotovoltaica y eólica, con soporte de baterías y biogás.

| SUBCRITERIO: INTEGRACIÓN RURAL | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|-------|-------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| A1 | 1 | 1,48 | 6,30 | 4,95 | 0,49 | 0,52 | 0,42 | 0,43 | 0,46 |
| A2 | 0,68 | 1 | 6,30 | 4,95 | 0,33 | 0,35 | 0,42 | 0,43 | 0,38 |
| A3 | 0,16 | 0,16 | 1 | 0,74 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| A4 | 0,20 | 0,20 | 1,35 | 1 | 0,10 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| SUMA | 2,04 | 2,84 | 14,95 | 11,64 | | | | | |

TABLA 23 - SUBCRITERIO DE INTEGRACIÓN RURAL - FUENTE: PROPIA

Por último, el criterio subjetivo de integración rural prioriza las energías renovables, destacando la alternativa 1 y 2 cómo soluciones que mejor se integran en un entorno rural, según la opinión de los entrevistados.

3.2.3. EVALUACIÓN DE PRIORIDADES

El siguiente paso es clasificar la prioridad que se le aplica a cada subcriterio, para incorporarlo al criterio general, basado en las encuestas, se obtienen los siguientes resultados:

| | INVERSIÓN INICIAL | AHORRO ANUAL | ECONÓMICO | FIABILIDAD | AUTONOMIA | TÉCNICO |
|----|-------------------|--------------|-----------|-------------|-------------|---------|
| A1 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,17 | 0,75 | 0,62 |
| A2 | 0,39 | 0,23 | 0,26 | 0,28 | 0,08 | 0,13 |
| A3 | 0,33 | 0,23 | 0,27 | 0,30 | 0,08 | 0,13 |
| A4 | 0,24 | 0,50 | 0,43 | 0,26 | 0,08 | 0,12 |
| % | 0,26 | 0,74 | | 0,22 | 0,78 | |

| | PORCENTAJE RENOVABLES | IMPACTO VISUAL | AMBIENTAL | DESARROLLO FUTURO | INTEGRACIÓN RURAL | SOCIAL |
|----|-----------------------|----------------|-----------|-------------------|-------------------|--------|
| A1 | 0,33 | 0,27 | 0,31 | 0,51 | 0,46 | 0,49 |
| A2 | 0,33 | 0,17 | 0,28 | 0,28 | 0,38 | 0,32 |
| A3 | 0,30 | 0,24 | 0,29 | 0,12 | 0,07 | 0,10 |
| A4 | 0,03 | 0,32 | 0,12 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| % | 0,70 | 0,30 | | 0,64 | 0,36 | |

TABLA 24 - PONDERACIÓN DE CADA SUBCRITERIO - FUENTE: PROPIA

Aquí se observa, para cada uno de los criterios generales, cual predomina por encima del otro, así pues, los subcriterios más importantes de cada categoría son: ahorro anual, autonomía, porcentaje renovable y desarrollo futuro.

La última ponderación de criterios corresponde a los criterios generales compuestos por las cuatro categorías principales, la ponderación consensuada es la siguiente:

| CRITERIOS GENERALES | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|------|------|--------------------|------|------|------|-----------------|
| | ECO | TEC | AMB | SOC | MATRIZ NORMALIZADA | | | | VECTOR PROMEDIO |
| ECO | 1 | 0,19 | 0,20 | 0,30 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| TEC | 5,40 | 1 | 0,90 | 1,58 | 0,37 | 0,34 | 0,32 | 0,37 | 0,35 |
| AMB | 4,95 | 1,11 | 1 | 1,35 | 0,34 | 0,38 | 0,35 | 0,32 | 0,35 |
| SOC | 3,38 | 0,63 | 0,74 | 1 | 0,23 | 0,22 | 0,26 | 0,24 | 0,24 |
| SUMA | 14,73 | 2,93 | 2,84 | 4,22 | | | | | |

TABLA 25 - ORDENACIÓN DE CRITERIOS - FUENTE: PROPIA

El consenso prioriza las opciones técnicas y ambientales por encima de la social y económica. Estos promedios finales se aplican a cada una de las soluciones parciales anteriores, obteniendo la ponderación final por alternativa:

| | ECONÓMICO | TÉCNICO | AMBIENTAL | SOCIAL | FINAL |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A1 | 0,04 | 0,62 | 0,31 | 0,49 | 0,44 |
| A2 | 0,26 | 0,13 | 0,28 | 0,32 | 0,23 |
| A3 | 0,27 | 0,13 | 0,29 | 0,10 | 0,19 |
| A4 | 0,43 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,13 |
| Ponderación | 0,07 | 0,35 | 0,35 | 0,24 | |

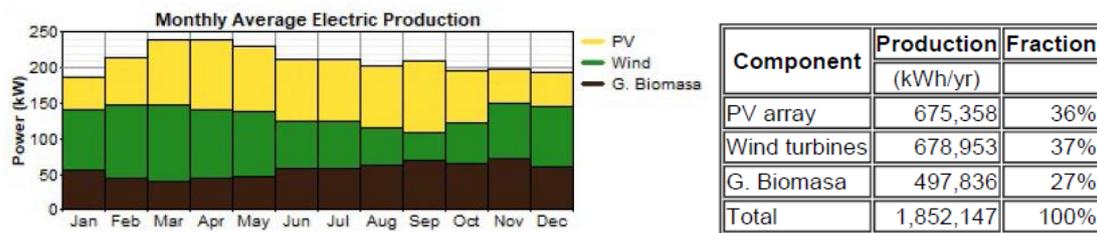
TABLA 26 - PONDERACIÓN FINAL POR ALTERNATIVA - FUENTE: PROPIA

La solución consensuada es la alternativa 1, con un 44%. Se analiza en profundidad en el siguiente apartado.

3.3. SOLUCIÓN FINAL

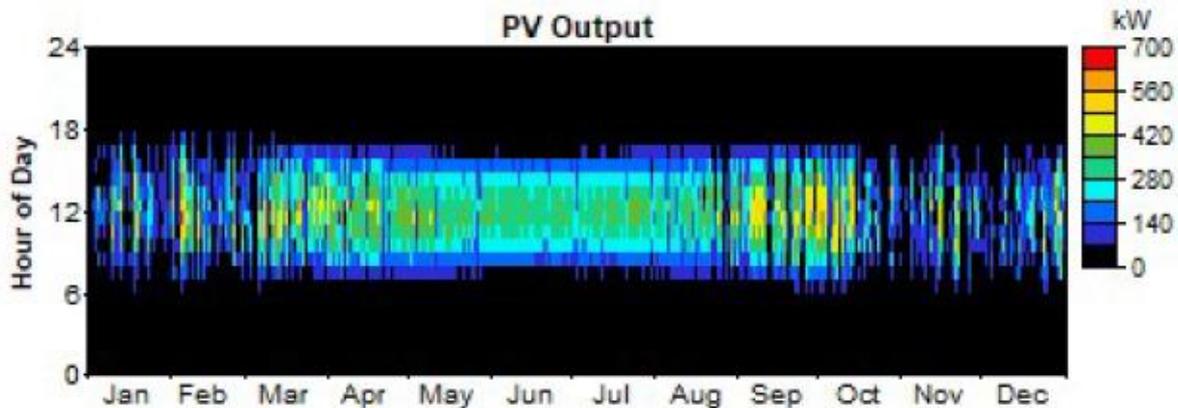
La solución seleccionada con la aplicación del proceso de análisis jerárquico es la alternativa 1. La cual prioriza la autonomía y se basa en el sobredimensionado del sistema, con el fin de asegurar el suministro en todo momento, basando el suministro en energías renovables con recurso variable.

La producción energética anual se compone de 36% de energía fotovoltaica, 37 % de energía eólica y 27% de energía a partir de biomasa, el sistema ha sido dimensionado para que cubra la demanda en el periodo más crítico, que es el mes de enero.



GRÁFICA 19 - EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MENSUAL MEDIA Y PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL - FTE: HOMER

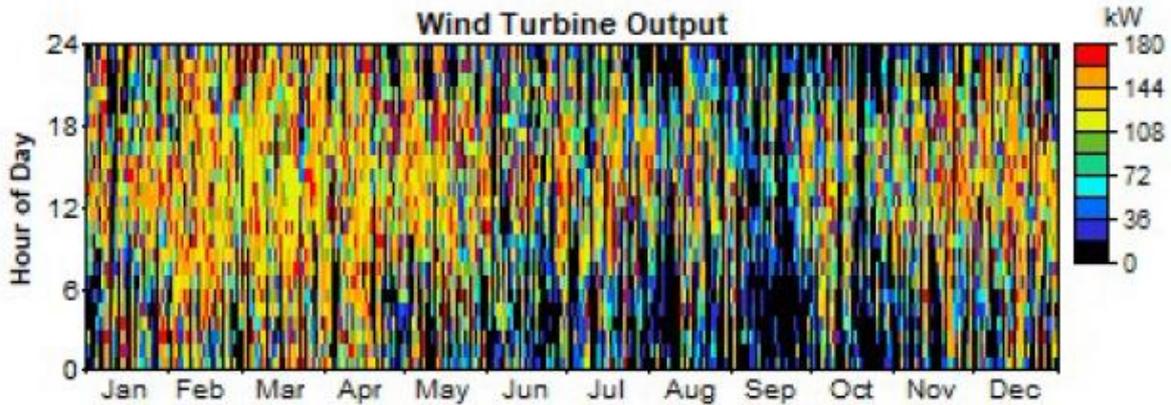
El principal suministro se compone de 1625 paneles solares de 400 W, lo cual supone una potencia instalada total de 650 kWp fotovoltaicos. Este sistema genera una media de 1.850 kWh/d lo cual es suficiente para abastecer casi la mitad de demanda del núcleo.



GRÁFICA 20 - PRODUCCIÓN MENSUAL Y HORARIA DE FOTOVOLTAICA - FUENTE: HOMER

En la anterior gráfica se observa que, en el periodo invernal, debido a las condiciones climatológicas adversas de la zona, existen periodos que no superan los 140 kW, por tanto, pese a la gran superficie de fotovoltaica, en estos casos es necesario que otra tecnología supla a la fotovoltaica.

La generación eólica está compuesta por 9 aerogeneradores de 20 kW, logrando una potencia total de 180 kW. La potencia media obtenida a lo largo del año es de 77,5 kW.

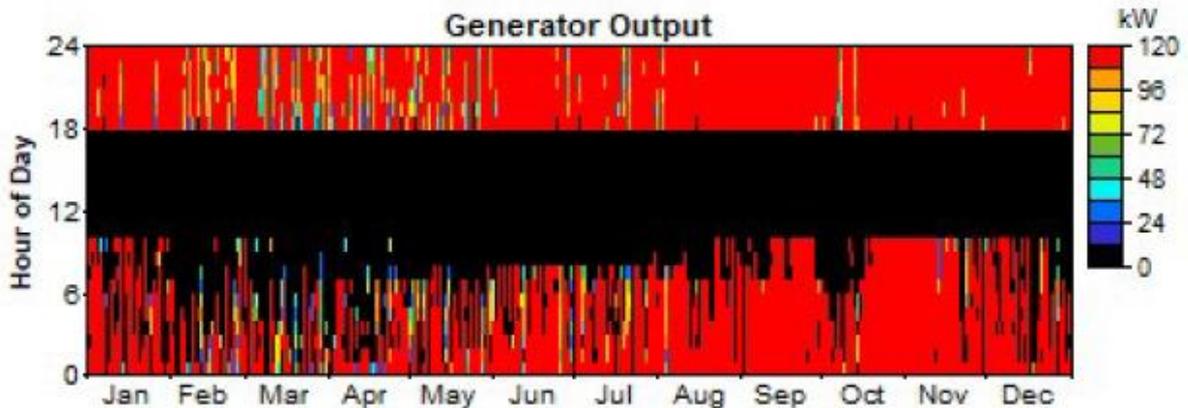


GRÁFICA 21 - PRODUCCIÓN MENSUAL Y HORARIA DE EÓLICA - FUENTE: HOMER

En la figura de producción eólica, se observa que la producción máxima eólica, coincide con el periodo invernal, debido a la presencia más continua de vientos. Esto permite complementarse con la carencia fotovoltaica en este periodo, logrando un sistema que, en conjunto, cubra la demanda de forma casi óptima.

Cómo elementos que aseguran el abastecimiento, en caso de que ambas tecnologías anteriores, de recurso variable, no estén disponibles, se dispone de generación mediante biomasa gasificada. Con una potencia de 120 kW, el sistema permite abastecer al núcleo en el periodo nocturno, cuando la potencia eólica no es suficiente por si sola para cubrir la demanda.

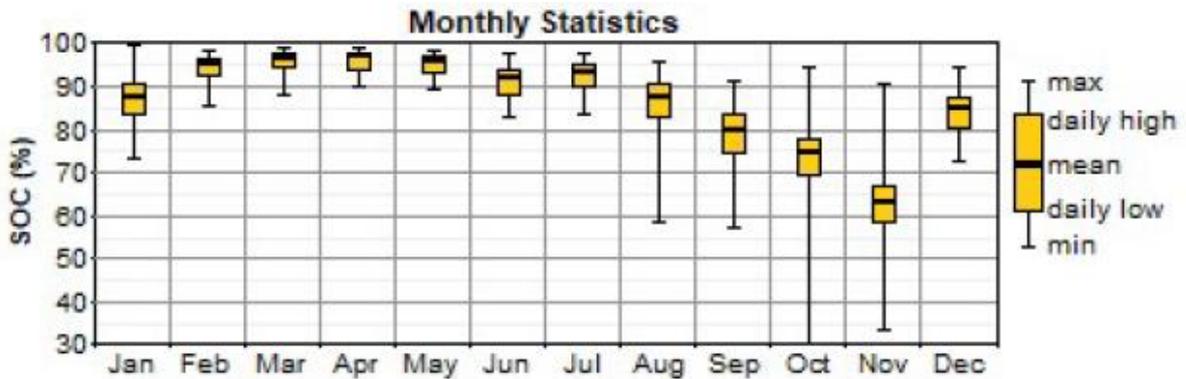
La producción de este sistema está capada en las horas de máxima radiación para que el sistema optimice la potencia fotovoltaica y no se produzcan excesos por quema de combustible.



GRÁFICA 22 - PRODUCCIÓN MENSUAL Y HORARIA DE GENERACIÓN MEDIANTE BIOMASA - FUENTE: HOMER

El último sistema de abastecimiento es el que asegura el suministro en caso de fallo, otorgando una autonomía de 75,1 horas. Al disponer de 60 celdas de 210 kWh, se obtiene una capacidad total de 12.600 kWh. Al estar sobredimensionado el sistema, la batería no sufre por ciclos de descarga profunda. En el siguiente gráfico se representa la variación mensual, observándose que la batería

únicamente trabaja en los meses otoñales, cuando los recursos solares y eólicos son insuficientes para cubrir la demanda nocturna, e incluso la diurna en algunos días concretos.



GRÁFICA 23 - ESTADO DE CARGA MENSUAL DE LA BATERÍA - FUENTE: HOMER

Además, esta solución es la que menores emisiones tiene, por contra, la inversión inicial es muy elevada. Pero, tal y como arrojan los resultados del método AHP, la actual generación apuesta por esta tecnología, viéndola integrada en el entorno rural y como tecnología del futuro. Ya que, la alta inversión y los costes de mantenimiento elevados, será recompensada obteniendo un futuro más sostenible y renovable.

4. CONCLUSIÓN

Desde el descubrimiento de este lugar, pasando por la caracterización de sus necesidades y el encuentro con sus gentes, ha sido un proceso enriquecedor culminado en este estudio. En el cual, cada tipo de persona, que se vería afectada por una acción de este tipo, ha podido ser representada. Porque la aplicación de conocimientos técnicos en ámbitos como este es de vital importancia para poder cambiar vidas y lugares, pero un punto de vista puramente racional desde el punto de vista ingenieril y/o económico no tiene sentido en una época donde debe priorizar la concienciación, para lograr revertir una situación ocasionada por este raciocinio indiscriminado.

Este estudio es un aporte más; con análisis, simulaciones y propuestas, al torrente de acciones que están tomando una dirección distinta desde las últimas décadas, probando y quizá encontrando, el que sería el camino hacia una sociedad del futuro sostenible y en simbiosis con nuestro planeta.

5. PRESUPUESTO

Debido a la naturaleza del estudio, el cual, es principalmente teórico, los costes representados en el presupuesto son referentes a la mano de obra. El tiempo de desarrollo de cada personal es el siguiente; por parte del Ingeniero de la Energía, 229,5 horas; los graduados en diversas materias suman 6 horas y la Doctora en Ingeniería Industrial 1,5 horas.

Los principales costes directos complementarios se deben a gastos variables de equipos informáticos. Se considera un 10% de gastos generales considerando que es el ayuntamiento el que contrata el servicio y será necesario formalizar diversos trámites.

| CAPÍTULOS Y PARTIDAS CON ACTIVIDADES (Presupuesto) | | | | Fecha |
|--|--|-----------------|------------------------|-------------------|
| Estudio del abastecimiento energético cómo vector en la repoblación de un pueblo eco-sostenible. | | | | 12/11/2019 |
| Código | Resumen | Cantidad | Precio unitario | Importe |
| 01 | Estudio previo | | | |
| 01.01 | Búsqueda de información bibliográfica | | | |
| 01.01.01 | Ingeniero de la Energía | 60 | 15,00 € | 900,00 € |
| 01.01.02 | Costes directos complementarios | 60 | 0,08 € | 4,80 € |
| Total subcapítulo | | | | 904,80 € |
| 01.02 | Reunión grupo de trabajo | | | |
| 01.02.01 | Ingeniero de la Energía | 1,5 | 15,00 € | 22,50 € |
| 01.02.02 | Doctora en Ingeniería Industrial | 1,5 | 60,00 € | 90,00 € |
| 01.02.03 | Costes directos complementarios | 2 | 2,25 € | 4,50 € |
| Total subcapítulo | | | | 117,00 € |
| 01.03 | Análisis de planos | | | |
| 01.03.01 | Ingeniero de la Energía | 10 | 15,00 € | 150,00 € |
| 01.03.02 | Costes directos complementarios | 15 | 1,50 € | 22,50 € |
| Total subcapítulo | | | | 172,50 € |
| Total capítulo | | | | 1.194,30 € |
| 02 | Análisis técnico | | | |
| 02.01 | Cálculo de cargas térmicas | | | |
| 02.01.01 | Ingeniero de la Energía | 44 | 15,00 € | 660,00 € |
| 02.01.02 | Costes directos complementarios | 44 | 0,08 € | 3,52 € |
| Total subcapítulo | | | | 663,52 € |
| 02.02 | Dimensionado de instalaciones | | | |
| 02.02.01 | Ingeniero de la Energía | 6 | 15,00 € | 90,00 € |
| 02.02.03 | Costes directos complementarios | 6 | 0,08 € | 0,48 € |
| Total subcapítulo | | | | 90,48 € |
| 02.03 | Cálculo de curvas de carga | | | |
| 02.03.01 | Ingeniero de la Energía | 18 | 15,00 € | 270,00 € |
| 02.03.02 | Costes directos complementarios | 18 | 0,08 € | 1,44 € |
| Total subcapítulo | | | | 271,44 € |

| | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|----|---------|-------------------|
| 02.04 | Análisis de tecnologías | | | |
| 02.04.01 | Ingeniero de la Energía | 36 | 15,00 € | 540,00 € |
| 02.04.02 | Costes directos complementarios | 36 | 0,08 € | 2,88 € |
| Total subcapítulo | | | | 542,88 € |
| Total capítulo | | | | 1.568,32 € |
| 03 | Análisis AHP | | | |
| 03.01 | Formación aplicada | | | |
| 03.01.01 | Ingeniero de la Energía | 3 | 15,00 € | 45,00 € |
| 03.01.02 | Costes directos complementarios | 3 | 0,08 € | 0,24 € |
| Total subcapítulo | | | | 45,24 € |
| 03.02 | Elaboración de formularios | | | |
| 03.02.01 | Ingeniero de la Energía | 12 | 15,00 € | 180,00 € |
| 03.02.03 | Costes directos complementarios | 12 | 0,08 € | 0,96 € |
| Total subcapítulo | | | | 180,96 € |
| 03.03 | Visita a Lacort | | | |
| 03.03.01 | Ingeniero de la Energía | 14 | 15,00 € | 210,00 € |
| 03.03.02 | Costes directos complementarios | 67 | 1,20 € | 79,83 € |
| Total subcapítulo | | | | 289,83 € |
| 03.04 | Complementación de formularios | | | |
| 03.04.01 | Ingeniero de la Energía | 1 | 15,00 € | 15,00 € |
| 03.04.02 | Diversos graduados | 6 | 20,00 € | 120,00 € |
| 03.04.03 | Costes directos complementarios | 7 | 0,08 € | 0,56 € |
| Total subcapítulo | | | | 135,56 € |
| 03.05 | Cálculo y resolución | | | |
| 03.05.01 | Ingeniero de la Energía | 7 | 15,00 € | 105,00 € |
| 03.05.02 | Costes directos complementarios | 7 | 0,08 € | 0,56 € |
| Total subcapítulo | | | | 105,56 € |
| Total capítulo | | | | 467,32 € |
| 04 | Preparación de entregables | | | |
| 04.01 | Redacción del estudio | | | |
| 04.01.01 | Ingeniero de la Energía | 17 | 15,00 € | 255,00 € |
| 04.01.02 | Costes directos complementarios | 80 | 0,10 € | 8,00 € |
| Total subcapítulo | | | | 263,00 € |
| Total capítulo | | | | 263,00 € |

| CAPÍTULOS Y PARTIDAS CON ACTIVIDADES (Presupuesto) | | | | Fecha |
|--|---------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Estudio del abastecimiento energético cómo vector en la repoblación de un pueblo eco-sostenible. | | | | 03/09/2019 |
| Código | Resumen | Cantidad | Precio | Importe |
| 01 | Estudio previo | | | |
| 01.01 | Búsqueda de información bibliográfica | 1 | 904,80 € | 904,80 € |
| 01.02 | Reunión grupo de trabajo | 1 | 117,00 € | 117,00 € |
| 01.03 | Análisis de planos | 1 | 172,50 € | 172,50 € |
| Total | | | | 1.194,30 € |
| 02 | Análisis técnico | | | |
| 02.01 | Cálculo de cargas térmicas | 1 | 663,52 € | 663,52 € |
| 02.02 | Dimensionado de instalaciones | 1 | 90,48 € | 90,48 € |
| 02.03 | Cálculo de curvas de carga | 1 | 271,44 € | 271,44 € |
| 02.04 | Análisis de tecnologías | 1 | 542,88 € | 542,88 € |
| Total | | | | 1.568,32 € |
| 03 | Análisis AHP | | | |
| 03.01 | Formación aplicada | 1 | 45,24 € | 45,24 € |
| 03.02 | Elaboración de formularios | 1 | 180,96 € | 180,96 € |
| 03.03 | Visita a Lacort | 1 | 289,83 € | 289,83 € |
| 03.04 | Complementación de formularios | 1 | 135,56 € | 135,56 € |
| 03.05 | Cálculo y resolución | 1 | 105,56 € | 105,56 € |
| Total | | | | 757,15 € |
| 04 | Preparación de entregables | | | |
| 04.01 | Redacción del estudio | 1 | 263,00 € | 263,00 € |
| Total | | | | 263,00 € |

| Código | Resumen | Importe |
|---------------|---------------------------------------|-------------------|
| 01 | Estudio previo | 1.194,30 € |
| 02 | Análisis técnico | 1.568,32 € |
| 03 | Análisis AHP | 757,15 € |
| 04 | Preparación de entregables | 263,00 € |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN | 3.782,77 € |
| | 10% gastos generales | 378,28 € |
| | PRESUPUESTO TOTAL | 4.161,05 € |
| | 21% IVA | 873,82 € |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN FINAL | 5.034,87 € |

La suma del presente presupuesto es:

CINCO MIL TREINTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Instituto Nacional de Estadística - Censos de Población y Viviendas 2011. Resultados Municipales
- 2 Cronología de la expropiación causada por el embalse de Janovas. Consultado en: janovas.org/sucesos/historia
- 3 Plan Especial de Rehabilitación de Lavelilla-Lacort. Ayuntamiento de Fiscal. Huesca. Consultado en: www.aytofiscal.es/index.php/mod.documentos/mem.listado/relcategoria.11088
- 4 Guía técnica – Condiciones climáticas exteriores de proyecto – Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía
- 5 Proyecto SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España – IDAE – Eurostat European Commission
- 6 Proyecto SECH-SPHOUSE – Resumen de información básica. Tabla 5. Consumo medio. Consultado en: www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf
- 7 Proyecto INDEL. Atlas de la demanda Eléctrica Española. Red Eléctrica de España
- 8 Electric power applications, engine and generator sizing – Caterpillar. Consultado en: (electrical-engineering-portal.com/6-customer-requirements-for-a-generator-regarding-power-demand)
- 9 Characteristic Analysis of Peak Load in Electricity on Large Scale Hotels Considering the Energy Efficiency Ji-Hye, Ryu, Won-Hwa, Hong and Youn-Kyu
- 10 ORESA – Oficina de Regantes de Aragón – Recurso web - Necesidades hídricas
- 11 Programa “mejora del uso y gestión del agua de riego” del sistema de asistencia al regante SAR del IFAPA
- 12 Guía de Gestión Energética en el Alumbrado Público. Madrid Vive Ahorrando Energía 2013. FENERCOM
- 13 Photovoltaic Geographical Information System – European Commission (re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)
- 14 Agencia Estatal de Meteorología. Base de datos Opendata
- 1515 Carbon Content in Juvenile and Mature Wood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Mariusz Bembenek, Dieter F. Giefing, Tomasz Jelonek, Zbigniew Karaszewski.
- 16 Energy from Biomass – MNRE – P.J. Paul; Indian Institute of Science.
- 17 Manual de combustibles de madera Valter Francescato, Eliseo Antonini. Luca Zuccoli bergomi
- 18 Ministerio de Industria, Energía y Turismo
- 19 SENDECO. Sistema Europeo de Negociación de CO2. Consultado en: (www.sendeco2.com/es/precios-co2)
- 20 Costo de abatimiento de nueva energía (LACE) y costo de desarrollo de la energía (LCOE). Hugh Rudnick, Daniel Charlín
- 21 Generador de precios de CYPE. Consultado en: (www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/Urbanas/Lineas_aereas/Apoyo_metalico_de_celosia_0_2_1_0_0_1.html)
- 22 Estudio de Abastecimiento Eléctrico en el proceso de Repoblación de Jánovas (Huesca) - Neus Pitarch Gimeno - Univesidad Politécnica de Valencia - 2018
- 23 Global changes in diets and the consequences for land requirements for food - Thomas Kastner, Maria Jose Ibarrola Rivasa, Wolfgang Kochc, and Sanderine Nonhebel - 2012
- 24 Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers - J. Poore - 2019
- 25 Google - GeoBasis-DE/BKG Image Landsat / Copernicus
- 26 CASTÁN, Adolfo, “Folletón del Altoaragón”, Huesca, 1981-82
- 27 Sede Electrónica del Catastro – Gobierno de España
- 28 Base de datos BIONLINE – ARGONGRA – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- 29 Mapa del sistema eléctrico español en 2015 – Red Eléctrica de España

7. ANEXOS

ANEXO A - ESTUDIO DE BIOMASA PARCIAL (UN MUNICIPIO DE DOS)

Estudio de biomasa (BIONLINE)



BIOMASA PROCEDENTE DE MASAS FORESTALES EXISTENTES

A.- PARÁMETROS SELECCIONADOS

| Grupo de especies | Todo |
|---|--|
| Sistema de aprovechamiento | Apeo manual. Reunión manual. Saca con autocargador del material en bruto. Triturado en cargadero. Transporte hasta central o parque de almacenamiento. Adecuación del material en central mediante refinado. |
| Límite máximo del coste a considerar(€/t) | 500 |
| Coeficiente de Cortas actuales (%) | Ver anexo |
| Zona de estudio | Fiscal |

B.- OTROS PARÁMETROS

| | |
|-----------------------------|----------|
| Humedad | 45% |
| Coeficiente de recogida | 65% |
| Coste del combustible | 0,86 €/l |
| Coste de transporte a 60 km | 6,27 €/t |

C.- RESULTADOS DEL ESTUDIO

| | Biomasa de restos forestales | Biomasa de árbol completo |
|--|------------------------------|---------------------------|
| Superficie con biomasa aprovechable (ha) | 4364 | 4481 |
| Biomasa (toneladas totales/año) | 1867,60 | 6209,25 |
| Biomasa (tep totales/año) | 526,50 | 1770,65 |

| | COSTES RESTOS (€/t) | COSTES ÁRBOL COMPLETO (€/t) |
|--------------|---------------------|-----------------------------|
| Coste medio | 25,85 | 44,64 |
| Coste máximo | 53,00 | 79,00 |
| Coste mínimo | 16,00 | 32,00 |

Estudio de biomasa (BIONLINE)



Anexo de biomasa procedente de masas forestales existentes

| Grupo de especies | Coefficiente de Corta Actual(%) |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Pino radiata | 60 |
| Alcornoque | 100 |
| Eucaliptos | 63 |
| Fronosas mesófilas de hoja ancha | 18 |
| Castaño | 28 |
| Quercíneas leñosas | 0 |
| Otros pinos | 34 |
| Pinos termófilos | 40 |
| Encina | 0 |



Estudio de biomasa (BIONLINE)

BIOMASA PROCEDENTE DE MASAS A IMPLANTAR EN TERRENO FORESTAL

A.- PARÁMETROS SELECCIONADOS

| | |
|-------------------------------|--------|
| Grupo de especies | Todo |
| Límite máximo del coste (€/t) | 500 |
| Zona de estudio | Fiscal |

B.- OTROS PARÁMETROS

| | |
|-----------------------------|--|
| Humedad | 45% |
| Coste del combustible | 0,86 €/l |
| Sistema de aprovechamiento | Apeo mecanizado. Reunión mecanizada. Astillado en cargadero. |
| Coste de transporte a 60 km | 6,27 €/t |

C.- RESULTADOS DEL ESTUDIO

| | |
|---------------------------------|--------|
| Superficie con biomasa (ha) | 83 |
| Biomasa (toneladas totales/año) | 686,62 |
| Biomasa (tep totales/año) | 150,63 |

| COSTES (€/t) | |
|--------------|-------|
| Coste medio | 23,29 |
| Coste máximo | 69,00 |
| Coste mínimo | 20,00 |

ANEXO B - CATÁLOGOS DE EQUIPOS



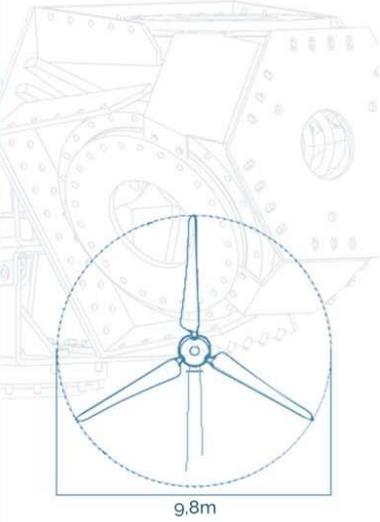

E200

FICHA TÉCNICA

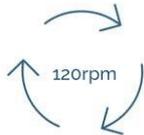
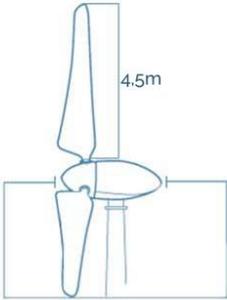
Nuestra tecnología patentada es una inteligente adaptación de los principales sistemas que tiene la gran eólica adaptada a potencias de 10 a 60kW. Alta seguridad, máximo control y eficiencia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

| | | |
|---------------------------------|-------------------------|---|
| GENERADOR | Potencia | 20kW - Max. |
| | Configuración | 3 fases - 500V - transmisión directa |
| AEROGENERADOR | Configuración | 3 palas. eje horizontal sotavento |
| | Potencia nominal | 18kW - IEC 61400 |
| | Aplicaciones | Conexión a red - Micro red |
| | Velocidad rotación | 120rpm |
| | Inicio de rotación | 1.85m/s |
| | Corte producción | 30m/s |
| | Protección | Ip-65/alta protección ambiental |
| | Peso | 1000kg |
| ROTOR | Orientación | Orientación aerodinámica |
| | Diámetro | 9.8m |
| | Área de barrido | 75.4m ² |
| | Longitud de pala | 4.5m |
| | Material de pala | Fibra de vidrio, resina flex con poliuretano |
| SISTEMA DE SEGURIDAD DE FRENADO | Tipo de control | Paso variable activo, regul. electrónica y freno |
| | Paso | Paso variable con control activo Por viento y potencia |
| | Freno | Freno electromecánico de seguridad |
| | Control electrónico de: | - Velocidad de viento - Temperatura (opc.) - Voltaje - Fallos en la red - Fallo de sensores |
| CONTROL DE LA TURBINA | Sistema electrónico | Sistema programable para adaptar la turbina Registro de alarmas |
| | Software | Software personalizado. Pantalla datos (opc.) |
| INVERSORES | Inversor | Compatible con los inversores solares de tensión constante a 500V |



9.8m

4.5m

2.3m



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enaires

www.enair.es



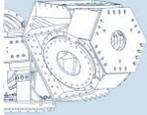
E200 Wind Turbine FICHA TÉCNICA

LA TECNOLOGÍA DE LA GRAN EÓLICA
ADAPTADA EN LA PEQUEÑA EÓLICA

Vida útil de
25 años!!

CLASS I WIND TURBINE
IEC 61400-2/NVI-A

CONTROL DE PASO VARIABLE ACTIVO



Tecnología patentada

Características:

- Robusto
- Alta resistencia
- Control de paso variable de ángulo completo
- Muelle pasivo de seguridad ante cualquier fallo en el sistema
- Accionamiento hidráulico

Tecnología escalable de 5 a 100kW de potencia, puntos clave:

- Simple
- Muy Seguro y con control total

CONTROL ELECTRÓNICO



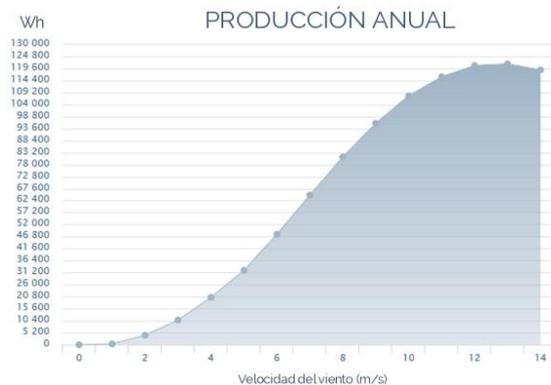
Funciones multiprograma:

Control total de:

- rpm - Nm
- Hz - V AC/DC
- m/s

Control sobre los parámetros de la turbina, lo que le permite decidir las mejores acciones para optimizar la producción y su seguridad.

El software permite implementar diferentes configuraciones en función de las condiciones de viento para así aumentar su eficiencia.



PASO VARIABLE ACTIVO Y PROTECCIÓN PASIVA

El sistema de paso variable activo permite que la posición de la pala varíe para cada velocidad del viento adaptándose al mismo para ganar eficiencia de producción. Las ventajas de la simplicidad mecánica y electrónica avanzada se combinan para hacer una unión perfecta y maximizar la producción de energía, siempre con un alto nivel de seguridad

LOS DISEÑOS AERODINÁMICOS Y CFD

Se ha hecho un estudio aerodinámico completo del aerogenerador, utilizando las últimas técnicas de dinámica de fluidos computacional. Contando con los mejores expertos en la tecnología CFD y el uso de grandes centros de procesamientos de cálculo para analizar las complejas condiciones que puede sufrir una turbina eólica

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El completo sistema de control, permite monitorizar y gestionar más de 600 parámetros del aerogenerador, de forma que podemos personalizar el funcionamiento del aerogenerador a cada lugar en función de las condiciones de viento del mismo, para maximizar su producción de energía

** Este sistema es opcional y personalizable en varios niveles

*Las especificaciones técnicas descritas en este documento están sujetas a modificaciones/cambios sin previo aviso por parte del fabricante. **Las imágenes que aparecen en este documento no son contractuales

Mínimo ruido

El perfil aerodinámico de las palas está basado en la serie de perles FX, y su diseño es para maximizar la producción y minimizar el ruido.

Máxima eficiencia

El sistema de control permite extraer la potencia máxima disponible desde el inicio de la rotación y pueda adaptarse a cualquier entorno

Anticorrosivo

3 sistemas de seguridad, activos y pasivos: freno electromecánico activo, aerodinámico y muelle pasivo, que actúan en cualquier condición

Hermético

Los materiales utilizados están fabricados con un tratamiento de tropicalización para instalar en islas, desiertos o ambientes agresivos.

Robusto

De acuerdo con la norma IEC 61400-2 el diseño del Aerogenerador está clasificado como Clase 1, con factores de seguridad en los componentes críticos de un FS-9



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

Tarifa consultada en: www.enair.es/es/aerogeneradores/precios



+Ultra
nueva gama

➔ Módulo fotovoltaico
A-320P / A-325P / A-330P (TY 3.2)



- +UltraTolerancia positiva**
Positiva 0 /+5 Wp
- +UltraCalidad**
Anti Hot-Spot
- +UltraGarantía**
10 años de garantía de producto
- +UltraFiabilidad**
En el mercado desde 1979
- +UltraResistencia**
Cristal templado de 3.2 mm
- +UltraTES**
Verificación eléctrica célula a célula

made in SPAIN

TES Verified
Sistema único en el mercado, patentado por Atersa.

Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte:
➔ www.atersa.com

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva 

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

| | A-320P | A-325P | A-330P |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Potencia Nominal (0/+5 W) | 320 W | 325 W | 330 W |
| Eficiencia del módulo | 16,45% | 16,71% | 16,96% |
| Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,51 A | 8,58 A | 8,65 A |
| Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 37,61 V | 37,88 V | 38,15 V |
| Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,93 A | 8,98 A | 9,05 A |
| Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 46,49 V | 46,68 V | 46,85 V |

Parámetros térmicos

| | |
|--|------------|
| Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | 0,04% /°C |
| Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | -0,32% /°C |
| Coefficiente de Temperatura de P (γ) | -0,43% /°C |

Características físicas

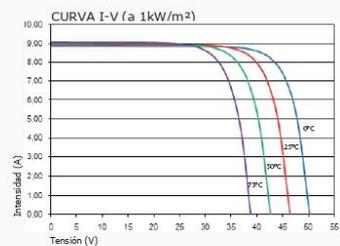
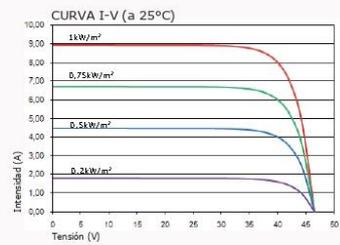
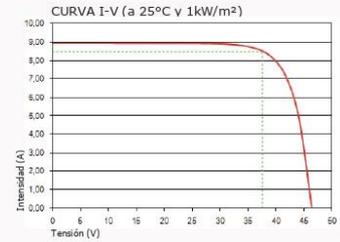
| | |
|-------------------------------|---|
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1965x990x40 |
| Peso (± 0,5 kg) | 22,5 |
| area (m ²) | 1,95 |
| Tipo de célula (± 1 mm.) | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) |
| Células en serie | 72 (6x12) |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 3,2 mm |
| Marco | Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster |
| Caja de conexiones / Opcional | TYCO IP67 |
| Cables | Cable Solar 4 mm ² 1200 mm |
| Conectores | TYCO PV4 |

Rango de funcionamiento

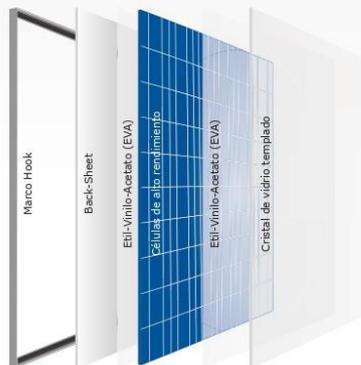
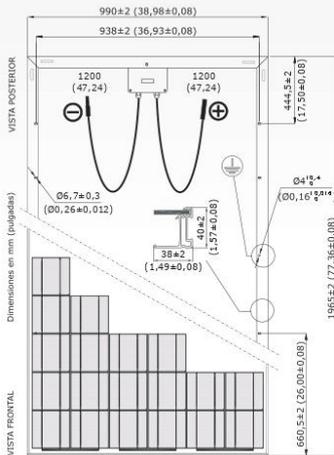
| | |
|---|-------------------|
| Temperatura | -40°C a +85°C |
| Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II |
| Carga Máxima Viento / Nieve | 2400 Pa |
| Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A |

*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Curvas modelo A-320P



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palé: **595 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran 21 cajas: **525 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran 22 cajas: **550 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran 9 cajas: **225 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran 26 cajas: **650 paneles**



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

www.atersa.com • atersa@elecnor.com
Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 21/11/17
Ref.: MU-6P (6) 6x12-F (TY 3.2)
© Atersa SL, 2016



Tarifa consultada en: www.atersa.es/Common/pdf/atersa/Lista-PVP-WEB.PDF

OFERTA DE GENERADORES DE ELECTRICIDAD MEDIANTE GASIFICACIÓN DE BIOMASA

Glad to receive your inquiry.

This is Amanda From Shandong Tiger Machinery Technology Co., Ltd

We have been manufacturing diesel & gas generators since 2007, the products are with CE certificate, the factory has passed the ISO9001:2015 certificate.

The gas generator is from 10kw to 1200kw, gas fuel include biogas, biomass gas, natural gas, LNG, LPG etc.

The diesel generator covers 10kw to 2000kw, international brands & china brands all available.

Generator brand: OEM

Generator electric parameters: 3 phase, 50HZ, 230/400V, PF=0.8

Type: open type

1) 20kw

Gas engine: China brand QUANCHAI 498

FOB USD: 9500.00/unit

Gas engine: China brand yangdong 4102

FOB USD: 8000.00/unit

2) 50kw

Gas engine: China brand YTO power 615

FOB USD: 27000.00/unit

3) 100kw

Gas engine: China brand YTO power 618

FOB USD: 31000.00/unit

4) 200kw

Gas engine: China brand YUCHAI

FOB USD: 69000.00/unit

5) 160kw

Gas engine: China brand WEICHAH 6160ZD

FOB USD: 45000.00/unit

6) 180kw

Gas engine: China brand WEICHAH 6170D

FOB USD: 52000.00/unit

7) Supply details

Gas engine (include radiator, muffler, air/tar filter): 1 unit

Alternator: 1 unit

Control panel: 1 unit

Base steel frame with fuel tank: 1 unit

Start battery: 1 units

Wood case for Pack: 1 unit

8) Options:

Silent canopy: USD2800.00/unit

ATS system: SmartGen 6120: USD500.00-USD800.00 (depends on the power)

9) Deal conditions:

Lead time: about 10 days

Warranty: global warranty by Cummins and Perkins engine. We offer 1500 running hours or 1 year warranty.

Payment terms: 30% is paid as deposit, the balance is paid before shipment.

Deal methods: Trade assurance order by Alibaba.com

10) Contact details:

Amanda / Sales Manager

Mobile / WhatsApp / Wechat: +86 15684393442

Tel / Fax: +86 536 8852168

Email: amanda@tigermg.com

Shandong Tiger Machinery Technology Co., Ltd

Address: NO. 2112, Xinhua Road, Weifang, Shandong, China



TURBINE MODELS

Ready for anywhere

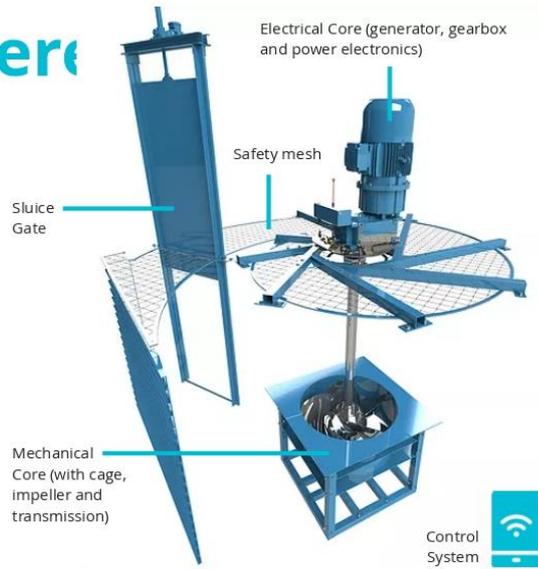
The model you can install will depend on the **head** and **flow** combination of your stream. Each model has a unique basin diameter to optimally fit diverse stream characteristics.

We deliver the Turbine Core Unit, which consists of the following components, seen in this diagram.

[Easy Measurement Guide](#)

[Installation information](#)

[Browse FAQs](#)



| | Model A | Model B | Model C |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Max Basin Diameter [m] | 3.92 | 5.3 | 6.91 |
| Min Basin Diameter [m] | 3.32 | 4.51 | 5.84 |
| Basin Height [m] | up to 4 | up to 3.5 | up to 3 |
| Weight Core Unit [kg] | 940 | 1330 | 1880 |
| Max dimension of Core Unit: w x h x l [m] | 2.63 x 5.96 x 2.64 | 3.53 x 5.86 x 3.54 | 4.70 x 6.38 x 4.71 |
| Head Range [m] | 1.55 - 4 | 1.55 - 3.0 | 1.8 - 3.3 |
| Flow Range [m3/s] | 1.2 - 3.0 | 1.6 - 3.6 | 2.0 - 5.8 |
| Power Range [kW] | 10 - 55 | 12 - 55 | 16 - 100 |

Tarifa consultada en: www.turbulent.be/pricing

On-Grid Inverter with Energy Storage

InfiniSolar 10KW Three Phase On-grid Inverter with Energy Storage Selection Guide

| MODEL | InfiniSolar Three Phase 10KW |
|---|---|
| PHASE | 3-phase in / 3-phase out |
| RATED OUTPUT POWER | 10000 W |
| MAXIMUM CHARGING POWER | 9600 W |
| GRID-TIE OPERATION | |
| PV INPUT (DC) | |
| Maximum PV Input Power | 14850W |
| Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage | 720 VDC / 900 VDC |
| Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage | 320 VDC / 350 VDC |
| MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range | 350 VDC ~ 850 VDC / 400 VDC ~ 800 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A |
| GRID OUTPUT (AC) | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Output Voltage Range | 184 - 265 VAC per phase |
| Nominal Output Current | 14.5 A per phase |
| Power Factor | > 0.99 |
| EFFICIENCY | |
| Maximum Conversion Efficiency (DC/AC) | > 96% |
| European Efficiency@ Vnominal | > 95% |
| OFF-GRID OPERATION | |
| AC INPUT | |
| AC Start-up Voltage/Auto Restart Voltage | 120 - 140 VAC per phase / 180 VAC per phase |
| Acceptable Input Voltage Range | 170 - 280 VAC per phase |
| Maximum AC Input Current | 40A |
| PV INPUT (DC) | |
| Maximum DC Voltage | 900 VDC |
| MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range | 350 VDC ~ 850 VDC / 400 VDC ~ 800 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A |
| BATTERY MODE OUTPUT (AC) | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Output Waveform | Pure Sinewave |
| Efficiency (DC to AC) | 91% |
| HYBRID OPERATION | |
| PV INPUT (DC) | |
| Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage | 720 VDC / 900 VDC |
| Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage | 320 VDC / 350 VDC |
| MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range | 350 VDC ~ 850 VDC / 400 VDC ~ 800 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A |
| GRID OUTPUT (AC) | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Output Voltage Range | 184 - 265 VAC per phase |
| Nominal Output Current | 14.5 A per phase |
| AC INPUT | |
| AC Start-up Voltage / Auto Restart Voltage | 120 - 140 VAC per phase / 180 VAC per phase |
| Acceptable Input Voltage Range | 170 - 280 VAC per phase |
| Maximum AC Input Current | 40A |
| BATTERY MODE OUTPUT (AC) | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Efficiency (DC to AC) | 91% |
| BATTERY & CHARGER | |
| Nominal DC Voltage | 48 VDC |
| Maximum Charging Current | Default 60A, 10A - 200A (Adjustable) |
| GENERAL | |
| PHYSICAL | |
| Dimension, D X W X H (mm) | 622 x 500 x 167.5 |
| Net Weight (kgs) | 45 |
| INTERFACE | |
| Communication Port | RS-232/USB and CAN Interface |
| Intelligent Slot | Optional SNMP, Modbus, and AS-400 cards available |
| ENVIRONMENT | |
| Humidity | 0 ~ 90% RH (No condensing) |
| Operating Temperature | -10 to 55°C |
| Altitude | 0 ~ 1000 m* |

*Power derating 1% every 100 m when altitude is over 1000m
 Product specifications are subject to change without further notice. CE VIE-RR-N 4105 VIE 0126-1-1



Una solución totalmente integrada

Powerpack es un sistema de almacenamiento de energía totalmente integrado conectado a la red de CA con todo lo necesario para su conexión a un edificio o una red de suministro pública. Simplifica drásticamente la instalación, integración y asistencia futura, ofreciendo ventajas en todo el sistema que superan con mucho las de las baterías autónomas.



Powerpacks

Los Powerpacks alojan las baterías más sofisticadas que existen. Cada Powerpack es un dispositivo de almacenamiento de energía de CC que contiene 16 módulos de batería independientes, un sistema de control térmico y cientos de sensores para el control e información del rendimiento a nivel de celda.

Interfaz de red eléctrica

- Inversor bidireccional
- Controlador de Powerpack
- Software

| | |
|---------------------------------|--|
| Tensión de CA | 380 a 480 V, trifásico |
| Capacidad energética | 210 kWh (CA) por Powerpack |
| Comunicaciones | Modbus TCP/IP; DNP3 |
| Temperatura de funcionamiento | -30 °C a 50 °C / -22 °F a 122 °F |
| Potencia | 50 kW (CA) por Powerpack |
| Carcasas | Pods: IP67 Powerpack: IP35/NEMA 3R Inverter: IP66/NEMA 4 |
| Potencia del inversor ampliable | de 50 kVA a 625 kVA (a 480 V) |
| Eficiencia del sistema (AC) * | 88 % ida y vuelta (sistema de 2 horas) 89 % ida y vuelta (sistema de 4 horas) |
| Nivel de descarga | 100 % |
| Certificaciones | Certificaciones de acreditación nacional e internacional relativas a seguridad, compatibilidad electromagnética, servicios públicos y legislación medioambiental. |
| Dimensiones | Powerpack Longitud: 1,308 mm (51,5") Anchura: 822 mm (32,4") Altura: 2185 mm (86") Peso: 1622 kg (3575 lbs) Inversor industrial Longitud: 1014 mm (39,9") Anchura: 1254 mm (49,4") Altura: 2192 mm (86,3") Peso: 1200 kg (2650 lbs) |

* Energía neta suministrada a 25 °C (77 °F) de temperatura ambiente incluyendo control térmico

ANEXO C - CÁLCULO DE CARGAS DESARROLLADO (DE UNA DE LAS TRES VIVIENDAS)



Viviendas tipo

Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

VIVIENDA TIPO MEDIANA – CASO PREVIO MEJORA

Refrigeración

| Conjunto: Total | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------|-----------|----------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------|------------|
| Recinto | Planta | Subtotales | | | Carga interna | | Ventilación | | | Potencia térmica | | | |
| | | Estructural (W) | Sensible interior (W) | Total interior (W) | Sensible (W) | Total (W) | Caudal (m ³ /h) | Sensible (W) | Carga total (W) | Por superficie (W/m ²) | Sensible (W) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) |
| Cocina1_P0 | Planta baja | 316.05 | 213.28 | 213.28 | 545.21 | 545.21 | 36.00 | 9.07 | 80.54 | 26.29 | 554.29 | 450.84 | 625.76 |
| Cocina2_P0 | Planta baja | 197.36 | 68.16 | 68.16 | 273.48 | 273.48 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 50.64 | 310.82 | 382.10 | 385.21 |
| Comedor1_P0 | Planta baja | 310.22 | 152.19 | 152.19 | 476.28 | 476.28 | 36.00 | 9.07 | 80.54 | 32.78 | 485.36 | 369.52 | 556.83 |
| Pasillo1_P0 | Planta baja | 52.83 | 167.96 | 167.96 | 227.41 | 227.41 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 19.82 | 290.48 | 355.74 | 371.52 |
| Dormitorio1_P1 | Planta 1 | 556.42 | 94.67 | 94.67 | 670.62 | 670.62 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 77.11 | 733.69 | 793.41 | 814.73 |
| Dormitorio2_P1 | Planta 1 | 549.97 | 86.41 | 86.41 | 655.47 | 655.47 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 82.91 | 718.54 | 759.08 | 799.58 |
| Dormitorio3_P1 | Planta 1 | 547.77 | 85.48 | 85.48 | 652.26 | 652.26 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 83.47 | 715.33 | 755.04 | 796.36 |
| Dormitorio4_P1 | Planta 1 | 556.42 | 89.18 | 89.18 | 664.97 | 664.97 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 81.29 | 728.04 | 771.05 | 809.07 |
| Dormitorio5_P1 | Planta 1 | 415.62 | 79.71 | 79.71 | 510.19 | 510.19 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 69.91 | 547.53 | 583.82 | 621.92 |
| Pasillo1_P1 | Planta 1 | 975.15 | 171.92 | 171.92 | 1181.48 | 1181.48 | 36.00 | 51.19 | 120.90 | 67.88 | 1232.67 | 1276.49 | 1302.39 |
| Pasillo2_P1 | Planta 1 | 447.42 | 114.20 | 114.20 | 578.47 | 578.47 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 54.15 | 615.81 | 670.87 | 690.20 |
| Baño1_P1 | Planta 1 | 148.27 | 45.91 | 45.91 | 200.00 | 200.00 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 60.84 | 237.34 | 306.63 | 311.73 |
| Baño2_P1 | Planta 1 | 166.88 | 49.29 | 49.29 | 222.66 | 222.66 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 60.79 | 260.00 | 325.69 | 334.39 |
| Salon1_P1 | Planta 1 | 643.26 | 167.52 | 167.52 | 835.10 | 835.10 | 36.00 | 51.19 | 120.90 | 51.13 | 886.29 | 929.52 | 956.00 |
| Salon2_P1 | Planta 1 | 625.81 | 153.83 | 153.83 | 803.03 | 803.03 | 36.00 | 37.34 | 111.73 | 53.28 | 840.37 | 853.23 | 914.76 |
| Total | | | | | | | 540.0 | | Carga total simultánea | | | 9583.0 | |

Calefacción

| Conjunto: Total | | | | | | | |
|-----------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------|
| Recinto | Planta | Carga interna sensible (W) | Ventilación | | Potencia | | |
| | | | Caudal (m ³ /h) | Carga total (W) | Por superficie (W/m ²) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) |
| Cocina1_P0 | Planta baja | 1917.51 | 36.00 | 278.64 | 92.26 | 2196.15 | 2196.15 |
| Cocina2_P0 | Planta baja | 2004.26 | 36.00 | 278.64 | 300.10 | 2282.90 | 2282.90 |
| Comedor1_P0 | Planta baja | 1622.69 | 36.00 | 278.64 | 111.94 | 1901.33 | 1901.33 |
| Pasillo1_P0 | Planta baja | 1225.15 | 36.00 | 278.64 | 80.22 | 1503.78 | 1503.78 |
| Dormitorio1_P1 | Planta 1 | 2750.65 | 36.00 | 278.64 | 286.72 | 3029.28 | 3029.28 |
| Dormitorio2_P1 | Planta 1 | 1547.83 | 36.00 | 278.64 | 189.39 | 1826.46 | 1826.46 |
| Dormitorio3_P1 | Planta 1 | 1530.91 | 36.00 | 278.64 | 189.67 | 1809.54 | 1809.54 |
| Dormitorio4_P1 | Planta 1 | 1598.75 | 36.00 | 278.64 | 188.62 | 1877.39 | 1877.39 |
| Dormitorio5_P1 | Planta 1 | 2384.96 | 36.00 | 278.64 | 299.42 | 2663.60 | 2663.60 |
| Pasillo1_P1 | Planta 1 | 4643.87 | 36.00 | 278.64 | 256.54 | 4922.50 | 4922.50 |
| Pasillo2_P1 | Planta 1 | 2170.75 | 36.00 | 278.64 | 192.17 | 2449.38 | 2449.38 |
| Baño1_P1 | Planta 1 | 1113.80 | 36.00 | 278.64 | 271.75 | 1392.43 | 1392.43 |
| Baño2_P1 | Planta 1 | 1195.80 | 36.00 | 278.64 | 268.04 | 1474.43 | 1474.43 |
| Salon1_P1 | Planta 1 | 2749.93 | 36.00 | 278.64 | 161.99 | 3028.57 | 3028.57 |
| Salon2_P1 | Planta 1 | 4410.01 | 36.00 | 278.64 | 273.09 | 4688.65 | 4688.65 |
| Total | | | 540.0 | Carga total simultánea | | 37046.4 | |

| Refrigeración | | |
|---------------|---|--------------------|
| Conjunto | Potencia por superficie (W/m ²) | Potencia total (W) |
| Total | 28.3 | 9583.0 |

| Calefacción | | |
|-------------|---|--------------------|
| Conjunto | Potencia por superficie (W/m ²) | Potencia total (W) |
| Total | 109.5 | 37046.4 |



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

Viviendas tipo y recintos extendidos

Fecha: 05/06/19

VIVIENDA TIPO MEDIANA – CASO MEJORADO

Refrigeración

| Conjunto: Total | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|--------------|-------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|
| Recinto | Planta | Subtotales | | | Carga interna | | Ventilación | | | Potencia térmica | | | |
| | | Estructural (W) | Sensible interior (W) | Total interior (W) | Sensible (W) | Total (W) | Caudal (m³/h) | Sensible (W) | Carga total (W) | Por superficie (W/m²) | Sensible (W) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) |
| Cocina1_P0 | Planta baja | 188.61 | 174.29 | 174.29 | 373.79 | 373.79 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 18.07 | 369.56 | 355.87 | 427.91 |
| Cocina2_P0 | Planta baja | 13.37 | 56.04 | 56.04 | 71.49 | 71.49 | 36.00 | 69.55 | 143.87 | 28.29 | 141.04 | 214.63 | 215.36 |
| Comedor1_P0 | Planta baja | 187.44 | 124.37 | 124.37 | 321.16 | 321.16 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 22.21 | 316.93 | 303.75 | 375.28 |
| Pasillo1_P0 | Planta baja | 21.94 | 136.08 | 136.08 | 162.76 | 162.76 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 16.60 | 225.83 | 304.94 | 306.87 |
| Dormitorio1_P1 | Planta 1 | 195.14 | 75.00 | 75.00 | 278.24 | 278.24 | 36.00 | 69.55 | 143.87 | 41.42 | 347.80 | 422.11 | 422.11 |
| Dormitorio2_P1 | Planta 1 | 195.12 | 69.08 | 69.08 | 272.12 | 272.12 | 36.00 | 69.55 | 143.87 | 44.32 | 341.67 | 415.99 | 415.99 |
| Dormitorio3_P1 | Planta 1 | 195.12 | 68.33 | 68.33 | 271.35 | 271.35 | 36.00 | 69.55 | 143.87 | 44.72 | 340.90 | 415.22 | 415.22 |
| Dormitorio4_P1 | Planta 1 | 195.11 | 71.32 | 71.32 | 274.42 | 274.42 | 36.00 | 69.55 | 143.87 | 43.17 | 343.97 | 418.29 | 418.29 |
| Dormitorio5_P1 | Planta 1 | 186.15 | 62.90 | 62.90 | 256.52 | 256.52 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 36.35 | 252.28 | 243.01 | 310.64 |
| Pasillo1_P1 | Planta 1 | 177.66 | 137.08 | 137.08 | 324.18 | 324.18 | 36.00 | 57.13 | 132.44 | 24.52 | 381.32 | 374.50 | 456.62 |
| Pasillo2_P1 | Planta 1 | 190.19 | 91.16 | 91.16 | 289.78 | 289.78 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 27.77 | 285.55 | 273.50 | 343.90 |
| Baño1_P1 | Planta 1 | 1.90 | 36.59 | 36.59 | 39.65 | 39.65 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 36.96 | 102.72 | 182.99 | 183.75 |
| Baño2_P1 | Planta 1 | 2.02 | 38.87 | 38.87 | 42.12 | 42.12 | 36.00 | 63.07 | 144.11 | 35.27 | 105.19 | 185.43 | 186.23 |
| Salon1_P1 | Planta 1 | 193.04 | 135.25 | 135.25 | 338.14 | 338.14 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 21.35 | 333.91 | 322.54 | 392.26 |
| Salon2_P1 | Planta 1 | 190.19 | 122.13 | 122.13 | 321.68 | 321.68 | 36.00 | -4.23 | 54.12 | 22.65 | 317.45 | 308.44 | 375.80 |
| Total | | | | | | | 540.0 | | Carga total simultánea | | | 4741.2 | |

Calefacción

| Conjunto: Total | | | | | | | |
|-----------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Recinto | Planta | Carga interna sensible (W) | Ventilación | | Potencia | | |
| | | | Caudal (m³/h) | Carga total (W) | Por superficie (W/m²) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) |
| Cocina1_P0 | Planta baja | 162.55 | 36.00 | 278.64 | 18.63 | 441.19 | 441.19 |
| Cocina2_P0 | Planta baja | 127.47 | 36.00 | 278.64 | 53.34 | 406.11 | 406.11 |
| Comedor1_P0 | Planta baja | 154.90 | 36.00 | 278.64 | 25.66 | 433.53 | 433.53 |
| Pasillo1_P0 | Planta baja | 144.29 | 36.00 | 278.64 | 22.87 | 422.92 | 422.92 |
| Dormitorio1_P1 | Planta 1 | 158.97 | 36.00 | 278.64 | 42.94 | 437.61 | 437.61 |
| Dormitorio2_P1 | Planta 1 | 132.27 | 36.00 | 278.64 | 43.78 | 410.91 | 410.91 |
| Dormitorio3_P1 | Planta 1 | 131.45 | 36.00 | 278.64 | 44.17 | 410.09 | 410.09 |
| Dormitorio4_P1 | Planta 1 | 134.18 | 36.00 | 278.64 | 42.60 | 412.82 | 412.82 |
| Dormitorio5_P1 | Planta 1 | 143.90 | 36.00 | 278.64 | 49.44 | 422.54 | 422.54 |
| Pasillo1_P1 | Planta 1 | 361.79 | 36.00 | 278.64 | 34.38 | 640.42 | 640.42 |
| Pasillo2_P1 | Planta 1 | 100.51 | 36.00 | 278.64 | 30.61 | 379.14 | 379.14 |
| Baño1_P1 | Planta 1 | 22.30 | 36.00 | 278.64 | 60.54 | 300.93 | 300.93 |
| Baño2_P1 | Planta 1 | 23.69 | 36.00 | 278.64 | 57.25 | 302.32 | 302.32 |
| Salon1_P1 | Planta 1 | 113.14 | 36.00 | 278.64 | 21.32 | 391.77 | 391.77 |
| Salon2_P1 | Planta 1 | 143.78 | 36.00 | 278.64 | 25.46 | 422.42 | 422.42 |
| Total | | | 540.0 | Carga total simultánea | | 6234.7 | |

| Refrigeración | | |
|---------------|--------------------------------|--------------------|
| Conjunto | Potencia por superficie (W/m²) | Potencia total (W) |
| Total | 14.3 | 4741.2 |

| Calefacción | | |
|-------------|--------------------------------|--------------------|
| Conjunto | Potencia por superficie (W/m²) | Potencia total (W) |
| Total | 18.8 | 6234.7 |

ANEXO D - FORMULARIO DEL MÉTODO AHP (PARCIAL)

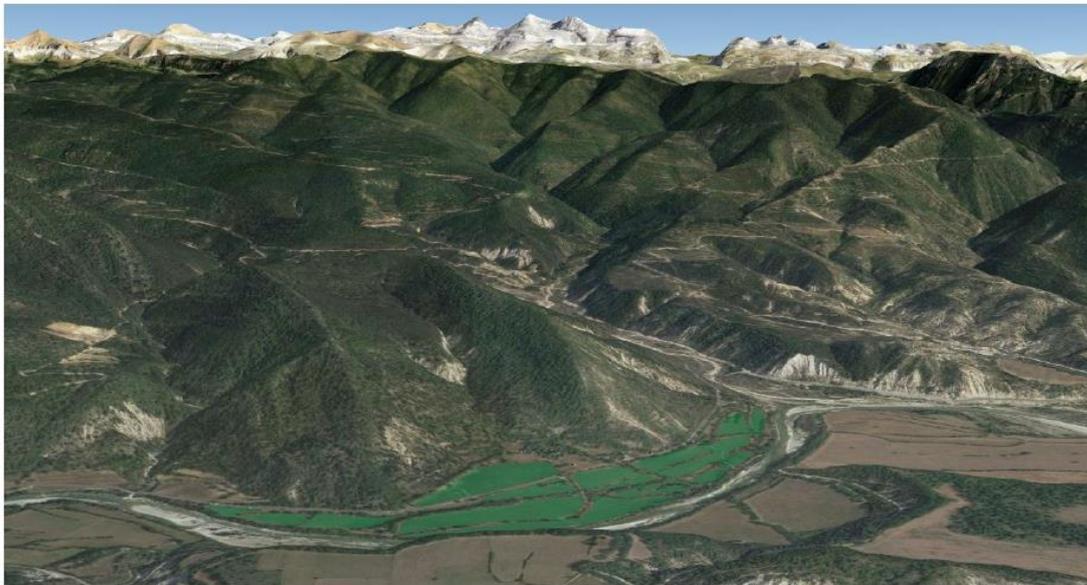
Estudio del abastecimiento energético de un pueblo en proceso de repoblación en el pirineo oscense.

(INTRODUCCIÓN, PUEDES IGNORARLA Y DARLE A SIGUIENTE) :D

Con el siguiente formulario se pretende representar la opinión personal de diferentes perfiles, con el fin de obtener una solución consensuada desde diversos puntos de vista, de cual es la mejor forma de realizar un proyecto en un entorno natural, partiendo de la eficiencia y la sostenibilidad.

Se compone de tres partes, una con 16 comparaciones (dividida en 4 bloques). Otra de 4 comparaciones y una última de 6 comparaciones. [duración aproximada 8 minutos]

*Obligatorio



PARTE 1/3 - Comparación de tecnologías - FIABILIDAD

En la primera parte, se comparan dos tecnologías, eligiendo cual de las dos tecnologías, según tu criterio, es mejor para el aspecto analizado.

5 = igual; 4/6 = un poco más; 3/7 = bastante más; 2/8 = mucho más; 1/9 = indudablemente más.

1. [1/26] ¿Qué te parece más fiable, obtener electricidad a partir de... *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| paneles fotovoltaicos + turbina eólica | <input type="radio"/> | electrogenerador diesel |



2. [2/26] ¿Qué te parece más fiable, obtener electricidad a partir de... *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| turbina eólica | <input type="radio"/> | turbina hidroeléctrica de río |



3. [3/26] ¿Qué te parece más fiable, obtener electricidad a partir de... *

Marca solo un óvalo.

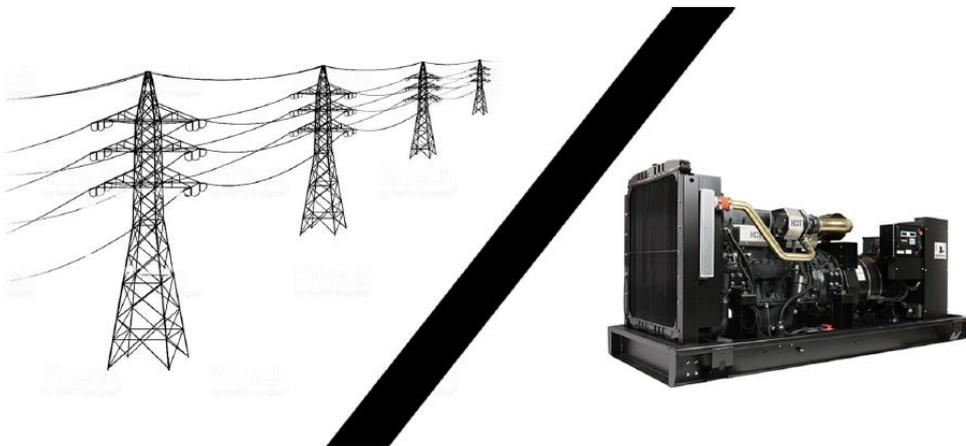
| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| paneles fotovoltaicos + turbina eólica | <input type="radio"/> | conexión a red con tendido eléctrico |



16. [16/26] ¿Qué tecnología/s concuerda mejor con el entorno y la sociedad rural? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| conexión a red con tendido eléctrico | <input type="radio"/> | electrogenerador diesel |



PARTE 2/3 - Comparación de aspectos

A continuación, se comparan los aspectos que caracterizan un proyecto a partir de 4 comparaciones.

5 = igual; 4/6 = un poco más; 3/7 = bastante más; 2/8 = mucho más; 1/9 = indudablemente más.

17. [17/26] **CRITERIO ECONÓMICO** ¿Qué aspecto económico te parece más importante en un proyecto? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Coste inicial bajo | <input type="radio"/> | Ahorro anual elevado |

18. [18/26] **CRITERIO TÉCNICO** ¿Qué aspecto técnico te parece más importante en un proyecto: la fiabilidad (que la tecnología falle con menos frecuencia) o la autonomía (que ante un fallo, se pueda asegurar el suministro más tiempo)? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Fiabilidad | <input type="radio"/> | Autonomía |

19. [19/26] **CRITERIO AMBIENTAL** ¿Qué aspecto ambiental te parece más importante en un proyecto? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Alto porcentaje de tecnologías renovables | <input type="radio"/> | Bajo impacto visual |

20. [20/26] **CRITERIO SOCIAL** ¿Qué aspecto social te parece más importante en un proyecto: el desarrollo futuro (cuanto beneficiará esa tecnología a la población en las siguientes generaciones) o la aceptación histórica (como se adapta esa tecnología al entorno existente y a quienes habitaban el pueblo el siglo pasado)? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Desarrollo futuro | <input type="radio"/> | Aceptación histórica |

PARTE 3/3 - Comparación de criterios

Por último, compara los criterios generales anteriores y se libre de poder continuar tu vida:

5 = igual; 4/6 = un poco más; 3/7 = bastante más; 2/8 = mucho más; 1/9 = indudablemente más.

21. [21/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Económico ("que sea barato") | <input type="radio"/> | Técnico ("que funcione bien") |

22. [22/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Económico ("que sea barato") | <input type="radio"/> | Ambiental ("que sea mejor para el entorno") |

23. [23/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Económico ("que sea barato") | <input type="radio"/> | Social ("que sea mejor para las personas") |

24. [24/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Ambiental ("que sea mejor para el entorno") | <input type="radio"/> | Técnico ("que funcione bien") |

25. [25/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Ambiental ("que sea mejor para el entorno") | <input type="radio"/> | Social ("que sea mejor para las personas") |

26. [26/26] ¿Qué criterio te parece más importante de los dos siguientes? *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Económico ("que sea barato") | <input type="radio"/> | Ambiental ("que sea mejor para el entorno") |

27. Pon tu nombre y qué estudias/trabajas *
