



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

RESUMEN:

El trabajo de fin de grado que a continuación se presenta tiene como objetivo el análisis y determinación del sistema más idóneo para el abastecimiento de energía eléctrica de un chalé de difícil acceso en la localidad de Requena (Comunidad Valenciana).

Se realiza un estudio meticuloso de las posibles distintas soluciones a este problema, teniendo en cuenta las necesidades energéticas de la vivienda y las características concretas de su consumo anual. También se hace hincapié en los recursos energéticos en la zona, así como de la tecnología disponibles. El estudio plantea las alternativas para distintos supuestos de la normativa.

Mediante el programa informático de simulación HOMER se comprueba la viabilidad y la compatibilidad, o no, de las diferentes alternativas. Con lo que se establece las características básicas de la tecnología utilizada en cada caso.

Una vez determinadas las distintas soluciones, mediante un análisis de sensibilidad y un estudio del mercado se opta por la elección que mejor se adapta al comportamiento del suministro energético de este chalé según el marco legal y normativa en el que se desenvuelva.

AGRADECIMIENTOS

“A los profesores que me han transmitido el placer por el conocimiento,
A mi tutora Elisa por su dedicación y sacar lo mejor de mí”

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG:

- Memoria
- Presupuestos
- Anexos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1	OBJETIVO DEL PROYECTO.....	8
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	8
2	MARCO TEÓRICO.....	9
2.1	ENERGÍA ELÉCTRICA.....	9
2.2	LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	9
3	CASO DE ESTUDIO.....	11
3.1	METODOLOGÍA A EMPLEAR.....	11
3.2	ESTUDIO DETALLADO DE LA ZONA.....	12
3.3	PERFIL ENERGÉTICO.....	15
3.3.1	Introducción al Perfil Energético.....	15
3.3.2	Estudio y Análisis del Consumo en el chalé.....	18
3.3.3	Análisis de las formas de las curvas de carga de días tipo.....	20
3.4	RECURSOS ENERGÉTICOS DISPONIBLES.....	25
3.4.1	Recurso Solar-Radiación.....	25
3.4.2	Recurso Eólico.....	26
4	TECNOLOGÍA DISPONIBLE EN LA ZONA.....	29
4.1	RESUMEN TECNOLOGÍA DISPONIBLE.....	29
4.2	AEROGENERADORES.....	30
4.3	PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS.....	30
4.4	GENERADOR DIESEL.....	30
4.5	INVERSORES (CONVERTIDOR DC-AC).....	31
4.6	BATERÍAS.....	31
4.7	REGULADOR DE CARGA.....	32
5	ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA.....	33

6	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.	35
6.1	INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PREVIAS.	35
6.1.1	Facturación de la electricidad.	35
6.1.2	Precio del Diésel.	36
6.1.3	Caracterización de los Recursos Energéticos.	36
6.1.4	Restricciones:	37
6.1.5	Potencias eléctricas normalizadas:	37
6.2	NORMATIVA ACTUAL.	38
6.2.1	Solo Red.	38
6.2.2	Red y Renovables:	39
6.3	BALANCE NETO.	41
6.4	AUTOCONSUMO PURO.	43
6.4.1	Autoconsumo puro 80%.	43
6.4.2	Autoconsumo puro 100%.	46
6.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS:	49
7	CONCLUSIÓN.	52
8	BIBLIOGRAFÍA.	54
9	PRESUPUESTO.	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: GRÁFICO METODOLOGÍA – FUENTE: PROPIA.	11
ILUSTRACIÓN 2: EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN REQUENA – FUENTE: INE	12
ILUSTRACIÓN 3: LOCALIZACIÓN SOLAR REQUENA – FUENTE: CATASTRO VIRTUAL	13
ILUSTRACIÓN 4: FOTOGRAFÍA SOLAR – FUENTE: GOOGLE MAPS	13
ILUSTRACIÓN 5: LOCALIZACIÓN DEL TERRENO – FUENTE: GOOGLE MAPS.....	14
ILUSTRACIÓN 6: TEMPERATURAS MEDIAS Y PRECIPITACIONES REQUENA – FUENTE: METEOBLUE	14
ILUSTRACIÓN 7: EJEMPLO FACTURA – FUENTE: IBERDROLA.	15
ILUSTRACIÓN 8: EJEMPLO FACTURA – FUENTE: IBERDROLA.	16
ILUSTRACIÓN 9: COSTE MENSUAL DEL CONSUMO – FUENTE: IBERDROLA.	17
ILUSTRACIÓN 10: CONSUMO MENSUAL – FUENTE: IBERDROLA.	17
ILUSTRACIÓN 11: FORMULAS CÁLCULO CONSUMO ANUAL Y POR TIPOS DE MES – FUENTE: PROPIA.....	19
ILUSTRACIÓN 12: CURVA DE CARGA DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DE MEDIA – FUENTE: PROYECTO INDEL.	21
ILUSTRACIÓN 13: CURVA DE CARGA DE LAS NEVERAS – FUENTE: IDAE.....	21
ILUSTRACIÓN 14: CURVA DE CARGA DE LAS LAVADORAS – FUENTE: IDAE.....	22
ILUSTRACIÓN 15: CURVA DE CARGA DE LOS LAVAVAJILLAS – FUENTE: IDAE.	22
ILUSTRACIÓN 16: CURVA DE CARGA DÍA DE INVIERNO FESTIVO – FUENTE: IBERDROLA.	23
ILUSTRACIÓN 17: CURVA DE CARGA DÍA DE INVIERNO LABORABLE – FUENTE: IBERDROLA.....	23
ILUSTRACIÓN 18: CURVA DE CARGA DÍA DE VERANO LABORABLE – FUENTE: IBERDROLA.....	24
ILUSTRACIÓN 19: 1º CURVA: DIFERENCIA CONSUMO LABORABLE ENTRE VERANO E INVIERNO – FUENTE: PROPIA. 2ª CURVA: CURVA DE CARGA DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DE MEDIA – FUENTE: PROYECTO INDEL.	24
ILUSTRACIÓN 20: FÓRMULA CÁLCULO ÍNDICE DE CLARIDAD (KTA) – FUENTE: WIKIPEDIA.....	25
ILUSTRACIÓN 21: DISTRIBUCIÓN RADIACIÓN SOLAR ANUAL – FUENTE: HOMER.....	25
ILUSTRACIÓN 22 VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO POR MESES – FUENTE: PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 23: DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL – FUENTE: HOMER.	26
ILUSTRACIÓN 24: NÚMERO DE DÍAS POR INTERVALOS DE VELOCIDAD DE VIENTO POR MESES – FUENTE: METEOBLUE.	27
ILUSTRACIÓN 25: ROSA DE LOS VIENTOS DE REQUENA– FUENTE: METEOBLUE.	28
ILUSTRACIÓN 26: ESQUEMA SISTEMA HÍBRIDO RENOVABLE DE PEQUEÑA POTENCIA– FUENTE: SLIDESHARE.	29
ILUSTRACIÓN 27: FÓRMULA CÁLCULO FACTURACIÓN DE LA POTENCIA (FPU)– FUENTE: MERCADOS ENERGÉTICOS.....	35
ILUSTRACIÓN 28: FÓRMULA CÁLCULO FACTURACIÓN DE LA ENERGÍA (FEU)– FUENTE: MERCADOS ENERGÉTICOS.....	35
ILUSTRACIÓN 29: PRECIO DEL DIESEL– FUENTE: HOMER.	36
ILUSTRACIÓN 30: RADIACIÓN SOLAR GLOBAL– FUENTE: HOMER.	36
ILUSTRACIÓN 31: PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA MENSUAL SUPUESTO 1 – FUENTE: HOMER.	38
ILUSTRACIÓN 32: CONTAMINACIÓN SUPUESTO 1 – FUENTE: HOMER.	39
ILUSTRACIÓN 33: PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA MENSUAL SUPUESTO 2 – FUENTE: HOMER.	39
ILUSTRACIÓN 34: POTENCIA CONSUMOS VERANO Y POTENCIA PV SUPUESTO 2 – FUENTE: HOMER.....	40
ILUSTRACIÓN 35: CONTAMINACIÓN SUPUESTO 2 – FUENTE: HOMER.	40
ILUSTRACIÓN 36: PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA MENSUAL SUPUESTO 3 – FUENTE: HOMER.	41
ILUSTRACIÓN 37: POTENCIA CONSUMO VERANO, PV, EÓLICA Y GENERADOR SUPUESTO 3 – FUENTE: HOMER.....	42
ILUSTRACIÓN 38: CONTAMINACIÓN SUPUESTO 3 – FUENTE: HOMER.	42
ILUSTRACIÓN 39: PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA MENSUAL SUPUESTO 4 – FUENTE: HOMER.	43
ILUSTRACIÓN 40: ESTADO DE CARGA DE LAS BATERÍAS SUPUESTO 4 – FUENTE: HOMER.	44
ILUSTRACIÓN 41: POTENCIA DEMANDADA Y POTENCIA INSATISFECHA MES VERANO SUPUESTO 4 – FUENTE: HOMER.....	44
ILUSTRACIÓN 42: POTENCIA DEMANDADA Y POTENCIA INSATISFECHA MES NORMAL SUPUESTO 4– FUENTE: HOMER.....	45
ILUSTRACIÓN 43: POTENCIA DEMANDADA Y EXCESO DE POTENCIA MES NORMAL SUPUESTO 4– FUENTE: HOMER.....	45
ILUSTRACIÓN 44: POTENCIA DEMANDADA Y EXCESO DE POTENCIA MES VERANO SUPUESTO 4– FUENTE: HOMER.	46
ILUSTRACIÓN 45: PRODUCCIÓN ELÉCTRICA MEDIA MENSUAL SUPUESTO 5 – FUENTE: HOMER.	46
ILUSTRACIÓN 46: ESTADO DE CARGA DE LAS BATERÍAS SUPUESTO 5 – FUENTE: HOMER.	47
ILUSTRACIÓN 47: CONTAMINACIÓN SUPUESTO 5 – FUENTE: HOMER.	47
ILUSTRACIÓN 48: POTENCIA GENERADOR SUPUESTO 5 – FUENTE: HOMER.....	48
ILUSTRACIÓN 49: POTENCIA DEMANDADA Y POTENCIA INSATISFECHA SUPUESTO 5 – FUENTE: HOMER.....	48
ILUSTRACIÓN 50: POTENCIA DEMANDADA Y EXCESO DE POTENCIA MES NORMAL SUPUESTO 5– FUENTE: HOMER.....	49
ILUSTRACIÓN 51: POTENCIA DEMANDADA Y EXCESO DE POTENCIA MES VERANO SUPUESTO 5– FUENTE: HOMER.	49

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN CONSUMOS POR SERVICIOS - FUENTE: IDAE.	18
TABLA 2: TASAS DE EQUIPAMIENTO Y MULTIEQUIPAMIENTO DE LOS HOGARES EN ESPAÑA - FUENTE: IDEA.	18
TABLA 3: DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS ANUALES POR SERVICIO, CASO DE ESTUDIO – FUENTE: PROPIA.	19
TABLA 4: DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS ANUALES POR SERVICIO, CASO DE ESTUDIO - FUENTE: PROPIA.	19
TABLA 5: CONSUMO ANUAL Y POR TIPO DE MES - FUENTE: PROPIA.	19
TABLA 6: CONSUMO ELECTRODOMÉSTICOS - FUENTE: IDEA.	20
TABLA 7: IRRADIACIÓN SOLAR EN REQUENA - FUENTE: PVGIS.	25
TABLA 8: NÚMERO D DÍAS AL AÑO POR VELOCIDADES - FUENTE: PROPIA.	27
TABLA 9: ALTERNATIVAS DE AEROGENERADORES - FUENTE: PROPIA.	30
TABLA 10: ALTERNATIVAS DE PANELES SOLARES - FUENTE: PROPIA.	30
TABLA 11: ALTERNATIVAS DE INVERSORES - FUENTE: PROPIA.	31
TABLA 12: ALTERNATIVAS DE BATERÍAS - FUENTE: PROPIA.	32
TABLA 13: POTENCIAS ELÉCTRICAS NORMALIZADAS – FUENTE: IBERDROLA.	37
TABLA 14: TABLA RESUMEN ANÁLISIS DE RESULTADOS - FUENTE: PROPIA.	49
TABLA 15: VENTAJAS E INCONVENIENTES SUPUESTOS - FUENTE: PROPIA.	50

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.

Analizar distintas configuraciones de sistemas renovables híbridos para cubrir las necesidades eléctricas de un Chalé en una zona aislada. Para ello, se analizará la demanda eléctrica de la vivienda a lo largo de un año, los recursos disponibles (radiación y viento), el potencial de generación renovable y las distintas tecnologías disponibles con el fin de analizar distintas alternativas y seleccionar la más adecuada desde un punto de vista técnico-económico. El trabajo incluye el análisis de distintos marcos normativos, desde el punto de vista del consumidor (autoabastecimiento, balance neto, etc.)

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Este TFG tiene como fin la evaluación de las competencias adquiridas en los estudios realizados de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, que se ven reflejados de manera desarrollada en este proyecto, y que es fundamental para la finalización de éstos.

El trabajo ha permitido estudiar la demanda eléctrica de un emplazamiento en una zona aislada de la red y proponer distintas configuraciones de sistemas renovables híbridos que la puedan abastecer. También el hecho de poder conocer el marco normativo en el que se encuentra actualmente junto con otros posibles escenarios futuros y así poder elegir la solución más oportuna en base a un criterio técnico-económico.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica como tal no puede almacenarse en la actualidad en cantidades que resulten significativas frente a los niveles de demanda.

Los puntos de consumo de energía eléctrica son inagotables, siguen incrementándose y están en muchos lugares distintos. Es por esta razón que las plantas generadoras, independientemente de si están alejadas de los puntos de consumo o no (En la gran mayoría de los casos alejadas), disponen de unas enormes redes de transporte e infraestructuras que tienen un papel fundamental en garantizar un suministro fiable de energía y pueden acceder a casi todos estos lugares. Estas redes continúan ampliando sus fronteras y mejorando la calidad del suministro. Sin embargo, siguen existiendo y existirán algunos emplazamientos o lugares apartados donde no tiene alcance esta red o simplemente no compensa económicamente que llegue.

La alternativa a esta situación nos sitúa en el marco del autoconsumo, donde la energía eléctrica se descentraliza y pasa a si a estar la generación próxima al consumo.

Existe la posibilidad de que aun llegando la red eléctrica a un emplazamiento se decida por razones, generalmente económicas, no disponer de la red eléctrica y tener un sistema de autoconsumo. También puede ser una combinación, es decir, se tiene acceso a la red eléctrica pero también tienes un sistema de autoconsumo, haciendo uso de una fuente u otra en función de lo que sea de interés para el consumidor.

2.2 LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Cabe destacar, que las energías renovables son fuentes de energía limpias e inagotables. Energías renovables las hay de una gran variedad y están creciendo a niveles muy competitivos. Es un progreso sin fecha de caducidad como se ve reflejado en las estadísticas que cada año se hacen al respecto por parte de la Agencia Internacional de la Energía (AIE).

Hay una constante mejora en la obtención de estas energías renovables en lo que a costes se refiere. Esto es un factor muy importante que permite continuar desarrollando las energías limpias, imprescindibles para combatir el cambio climático y limitar sus efectos devastadores que están en constante crecimiento en el planeta. El acceso a la electricidad sigue creciendo también con los años, de hecho, uno de los objetivos establecidos por Naciones Unidas es lograr el acceso universal a la electricidad en 2030.

En el ámbito internacional cada vez hay más concienciación y apoyo. Se vio reflejado en la Cumbre Mundial del Clima mediante el “Acuerdo de París”. Otro futuro acuerdo previsto para 2020, firmado por 200 países, se comprometen a reducir sus emisiones de forma que la temperatura media del planeta al final del siglo actual se quede sobre los 1.5 grados.

Con el paso de los años las naciones han ido tomando conciencia del problema de la contaminación a nivel mundial, es por eso que también ha habido mejoras en lo que se refiere a las normativas de las energías renovables y autoconsumo. En España la normativa referente a las energías renovables, y en concreto al autoconsumo, ha sido muy cambiante y tiene todavía pendiente mejorar su desarrollo.

Las energías renovables representan tan solo un 11,2% de la energía eléctrica en los hogares. Hay una notable diferencia dentro de estos hogares en las viviendas unifamiliares, donde se trata del 22%. Aunque todavía quedan progresos por hacer, se han conseguido grandes avances en el transcurso de los años.

Por último, añadir cuales son las principales ventajas de utilizar energías renovables:

-Son el principal aliado contra el cambio climático: estas no emiten gases de efecto invernadero en los procesos de generación de energía, lo que las revela como la solución limpia y más viable frente a la degradación medioambiental.

-Son inagotables: al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear, cuyas reservas son finitas, las energías limpias cuentan con la misma disponibilidad que el sol donde tienen su origen y se adaptan a los ciclos naturales.

-Reducen la dependencia energética exterior: la naturaleza de las fuentes limpias conlleva una ventaja diferencial para las economías del país y para la independencia energética de éste. La necesidad de importar combustibles supone un gran desembolso económico y la desavenencia con la política del país proveedor puede comprometer la seguridad del suministro energético.

-Crecientemente competitivas: Las tecnologías renovables más importantes como son la eólica y la solar fotovoltaica están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales en gran cantidad de ámbitos.

3 CASO DE ESTUDIO

3.1 METODOLOGÍA A EMPLEAR.

Para la realización de este trabajo se ha seguido una metodología, descrita en este esquema, con la finalidad de ordenar de manera simplificada el estudio y desarrollo de éste. Se trata de los pasos a seguir con los apartados más importantes.

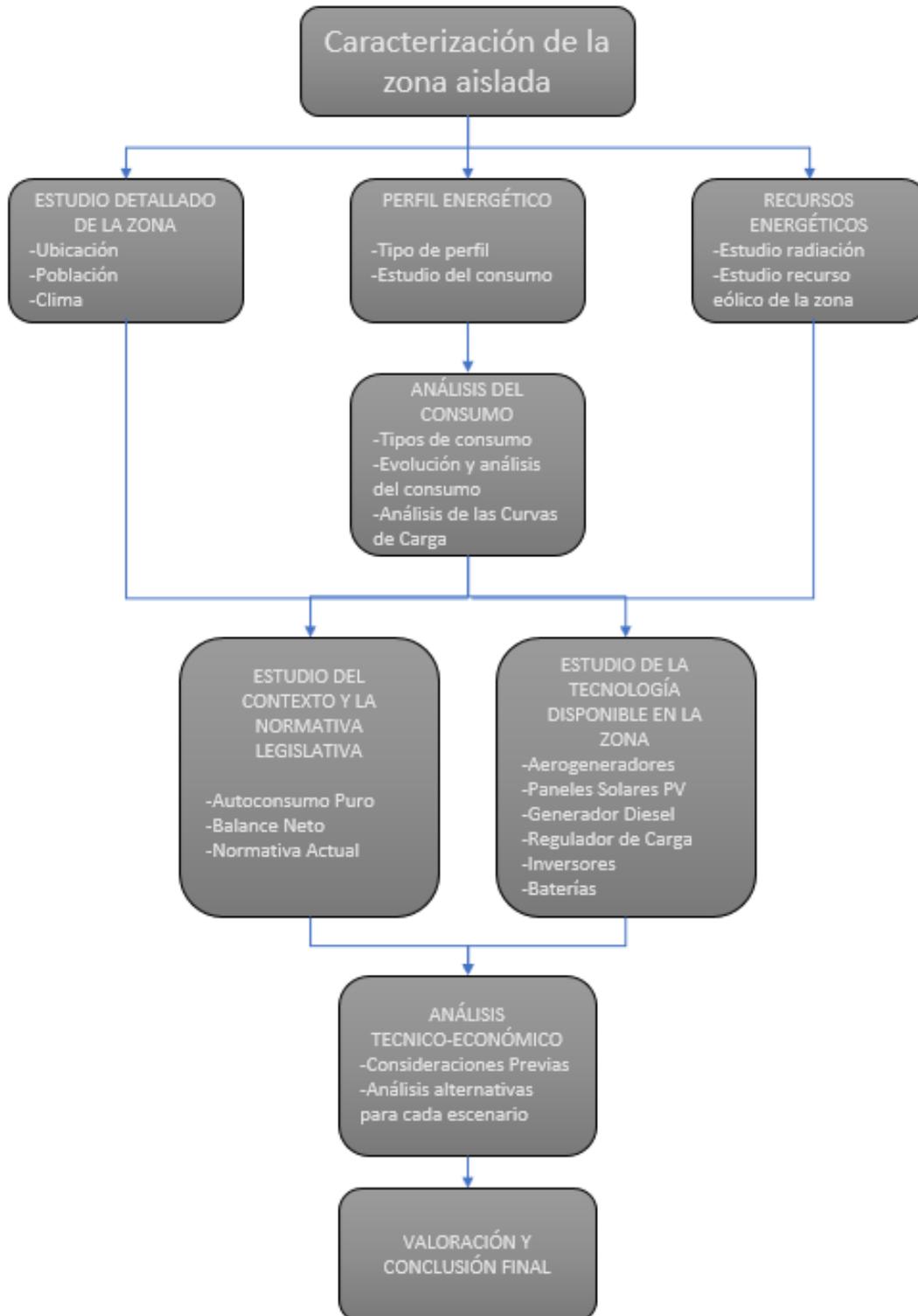


Ilustración 1: Gráfico Metodología – fuente: propia.

3.2 ESTUDIO DETALLADO DE LA ZONA.

El Chalé se encuentra en Requena (municipio español situado en la parte oriental de la comarca Utiel-Requena, en la provincia de Valencia, en la Comunidad Valenciana) y cumple con todas y cada una de las normativas vigentes para poder construirlo.

El municipio de Requena es una zona con un número creciente de habitantes en el transcurso del tiempo y con previsiones de que va a seguir siendo así. Podemos comprobarlo en los datos que nos ofrece la siguiente gráfica obtenidos por el INE.

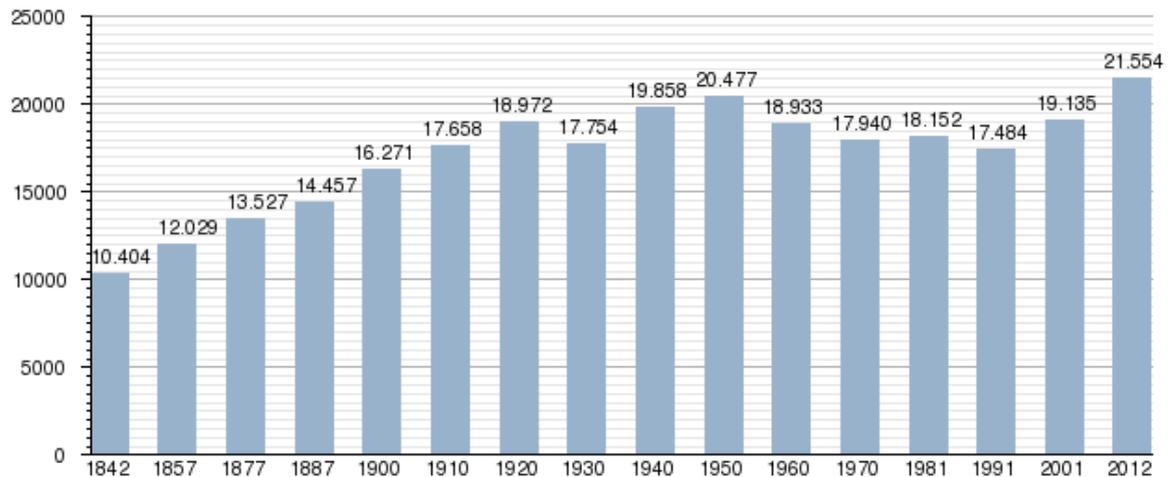


Ilustración 2: Evolución de la población en Requena – fuente: INE

No es de extrañar por tanto que en los terrenos de alrededor se incremente el número de chalés en construcción y con ello el plantearse el tipo de abastecimiento; si es más conveniente pagar por el tendido, recurrir a las energías renovables o una combinación de ambas. Es el caso del chalé del que se hace el estudio el cual está ligeramente apartado de la zona urbana propiamente dicha.

El terreno es de tipo rústico y la superficie de 12322 (m²). Según la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana, así como el Plan General de Normas Urbanísticas de Requena, determinan que está permitido construir en suelo rural, es decir, no urbanizable cumpliendo una serie de normas.

Las viviendas aisladas deben cumplir las siguientes condiciones:

- Tener resuelto el acceso viario
- Parcela mínima: 10.000 m²
- Coeficiente máximo de ocupación en planta de la vivienda: 2%, con un máximo absoluto de 500 m²
- Edificabilidad máxima: 0,08 m²t/m²s con un máximo absoluto de 1.000 m²t
- Número máximo de plantas: 2
- Altura máxima de cornisa: 7,00 m
- Separaciones mínimas a caminos y otros lindes: 5 m



Ilustración 3: Localización solar Requena – fuente: Catastro Virtual

Se trata de la parcela N°=461 del polígono 36, según el catastro virtual, con la referencia catastral: 46215A036004610000QE. En la imagen se puede ver que tiene resuelto el acceso viario. En estas otras 2 imágenes sacadas de Google Maps se puede observar el terreno al que se hace referencia (Parcela en color verde).



Ilustración 4: Fotografía solar – fuente: Google Maps



Ilustración 5: Localización del terreno – fuente: Google Maps

En la provincia de Requena el clima es de tipo mediterráneo continental, en la que es habitual unos notables contrastes térmicos y de precipitación, tanto entre estaciones, como entre la noche y el día. En el diagrama se pueden ver estas diferencias en los niveles de precipitación, que van desde los 5 mm en Julio hasta los casi 40 mm en noviembre. Del mismo modo, se ven las grandes diferencias de temperatura entre los meses de enero con julio y agosto, y los grandes márgenes de temperatura en cada mes. Los días más calurosos alcanzan casi los 40 °C

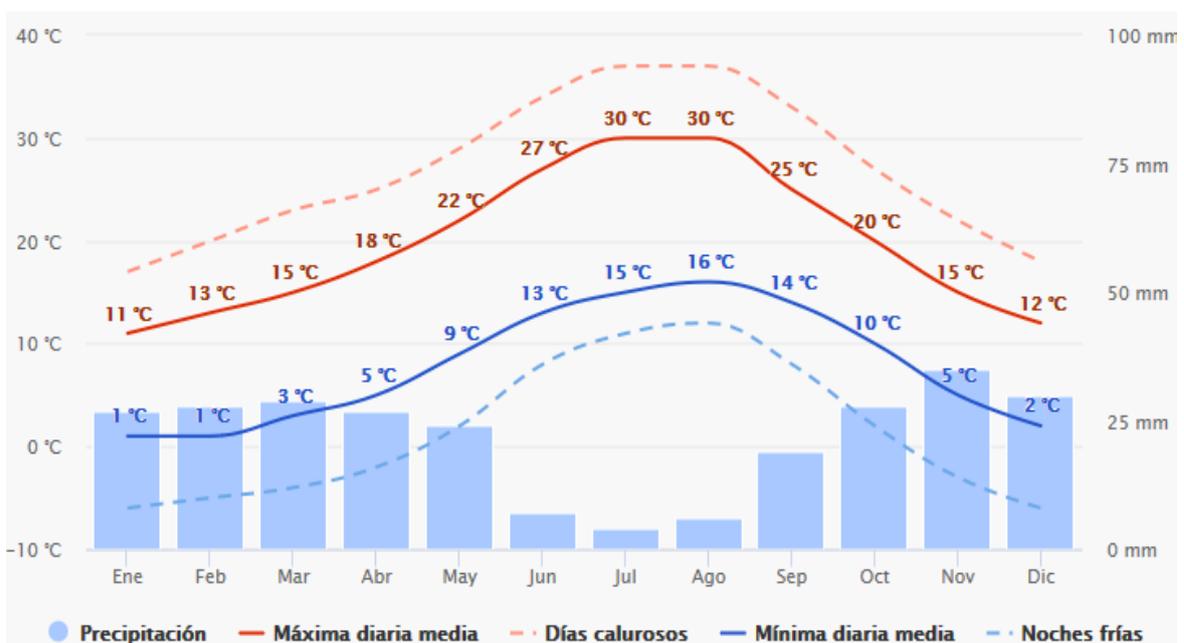


Ilustración 6: Temperaturas medias y precipitaciones Requena – fuente: Meteoblue

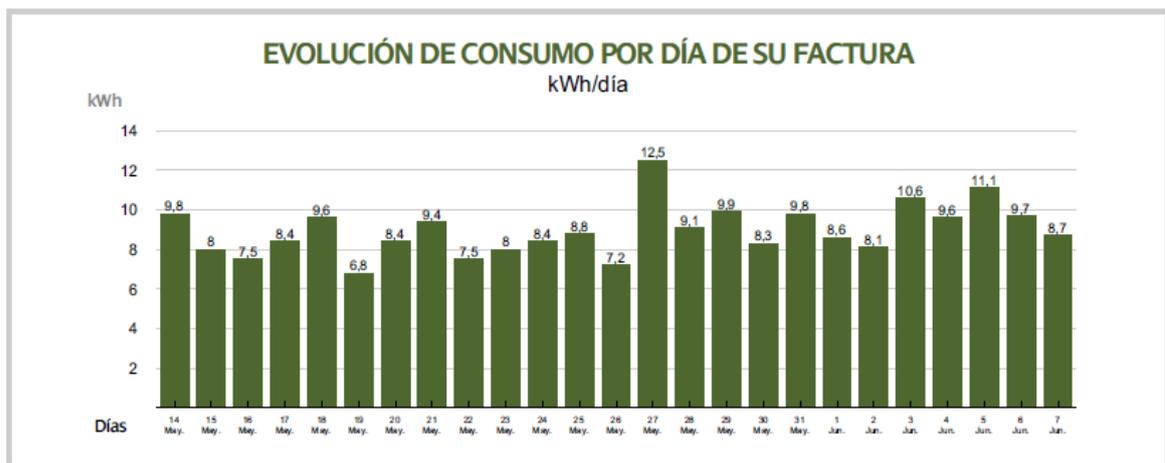
3.3 PERFIL ENERGÉTICO.

3.3.1 Introducción al Perfil Energético.

El chalé ocupa una superficie total de 240 m², acomodado con 1 Salón, 1 Comedor, 1 cocina, 5 dormitorios y 2 baños. El perfil energético toma como modelo una vivienda familiar de 7 miembros con unas necesidades aproximadas estipuladas.

Se dispone de las facturas (Se trata de información proporcionada por la empresa suministradora de Iberdrola) de una familia de 7 personas en las que podemos observar el gasto total que se hace todas las horas, días y meses a lo largo de un año natural en una casa de similares dimensiones y necesidades. Se toman estos datos como estándar, independientemente de que pueda haber ligeras variaciones en los distintos años como sería lógico. La idea es que se tenga una visión global del consumo que hace una familia de 7 personas en el transcurso del tiempo y saber a qué se deben estas variaciones entre los distintos meses.

Las facturas de las que se dispone nos dan información del consumo que se hace a lo largo de todo el año 2017 (4857 kWh), en concreto, las 8760 horas que tiene éste. En ellas, además de los consumos de cada hora del año, se indica la media del consumo realizado por hora y día de la semana, así como la evolución del consumo por día de cada factura. Un ejemplo de factura sería el de las siguientes imágenes, del 14 de Julio al 7 de junio de 2017.



2 A continuación, le mostramos la media del consumo realizado por hora y día de la semana

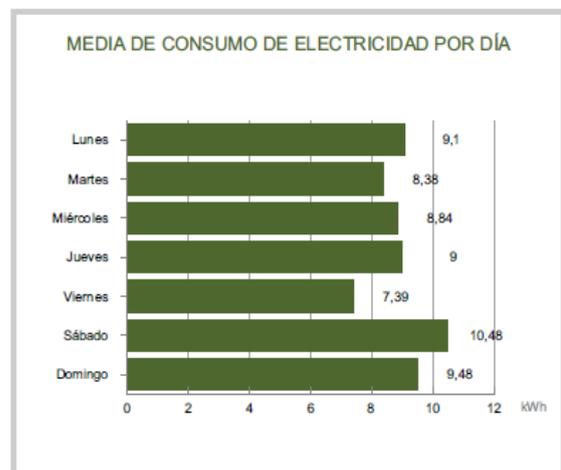
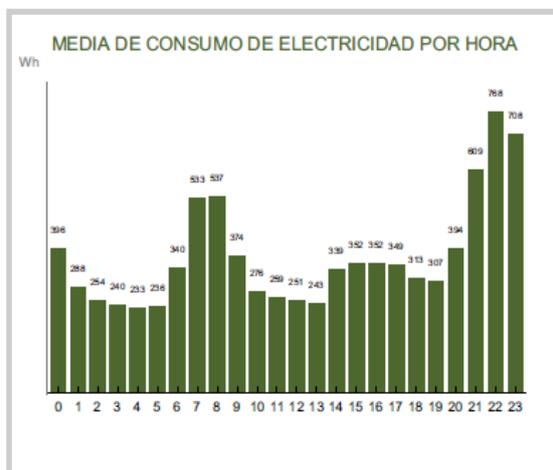


Ilustración 7: Ejemplo factura –fuente: Iberdrola.

Días	Horas (Wh)																								Total (kWh)
	00-01h	01-02h	02-03h	03-04h	04-05h	05-06h	06-07h	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h	20-21h	21-22h	22-23h	23h-00h	
Domingo 14 May.	404	245	201	188	171	172	167	308	2.082	483	212	192	201	233	439	473	322	338	388	426	616	571	638	359	9,8
Lunes 15 May.	420	223	199	197	156	177	281	594	415	194	166	155	165	158	203	158	173	243	297	253	192	536	1.038	1.381	8
Martes 16 May.	268	227	200	213	197	181	226	601	374	197	191	169	172	151	210	248	242	532	407	342	583	493	617	449	7,5
Miércoles 17 May.	279	206	198	197	167	168	244	539	371	224	176	162	165	169	231	204	242	243	259	305	500	780	1.396	972	8,4
Jueves 18 May.	278	229	226	224	224	182	265	742	1.511	534	244	186	176	312	233	235	222	791	393	206	257	718	661	551	9,6
Viernes 19 May.	332	255	230	226	202	200	380	637	376	197	166	154	158	168	160	299	265	261	211	178	181	385	658	552	6,8
Sábado 20 May.	241	241	207	181	174	227	205	196	296	1.240	621	312	271	377	260	306	312	317	360	325	378	293	568	494	8,4
Domingo 21 May.	262	313	231	230	211	218	204	367	209	272	335	331	404	246	323	296	317	355	311	343	441	660	1.425	1.106	9,4
Lunes 22 May.	435	241	213	182	165	190	447	576	480	228	200	171	215	189	241	277	251	479	227	209	487	588	479	284	7,5
Martes 23 May.	275	265	227	208	198	233	430	605	374	168	223	186	177	156	212	223	260	294	252	278	319	586	655	1.241	8
Miércoles 24 May.	988	290	263	236	225	225	378	419	459	214	207	229	249	203	254	402	321	225	363	224	329	611	668	450	8,4
Jueves 25 May.	243	230	226	224	221	275	398	503	441	161	158	159	163	167	419	597	1.351	413	233	240	451	665	416	493	8,8
Viernes 26 May.	280	234	232	251	217	250	331	520	438	203	205	276	272	222	275	177	217	214	298	229	205	516	581	565	7,2
Sábado 27 May.	411	305	303	273	275	271	270	243	438	376	490	606	932	557	1.470	343	1.387	630	454	375	439	556	658	397	12,5
Domingo 28 May.	590	346	284	272	270	270	369	382	553	252	347	389	212	188	405	317	214	259	364	325	399	599	874	596	9,1
Lunes 29 May.	478	449	264	288	321	294	461	487	393	314	191	235	264	247	420	1.362	259	390	270	299	431	634	677	434	9,9
Martes 30 May.	447	390	324	285	275	273	407	577	392	238	246	199	210	223	263	301	222	311	298	373	361	572	626	507	8,3
Miércoles 31 May.	449	342	289	255	257	254	383	579	420	1.581	254	309	182	415	223	300	285	336	389	406	266	527	677	398	9,8
Jueves 1 Jun.	295	306	281	279	275	244	466	642	444	213	203	214	185	186	275	232	239	207	183	248	230	497	564	1.657	8,6
Viernes 2 Jun.	578	378	318	293	293	296	358	590	493	227	225	218	194	198	359	262	247	229	217	246	252	446	633	570	8,1
Sábado 3 Jun.	391	264	251	251	227	223	223	289	397	502	460	438	374	365	403	422	403	451	371	374	506	1.591	670	734	10,6
Domingo 4 Jun.	487	352	314	251	314	284	305	445	320	565	434	424	369	340	467	325	212	317	406	552	594	467	685	363	9,6
Lunes 5 Jun.	308	280	309	271	267	232	453	1.308	1.020	292	512	324	174	175	214	251	244	198	222	280	463	689	1.345	1.283	11,1
Martes 6 Jun.	415	321	305	281	274	291	432	533	375	240	214	211	230	214	261	266	280	309	212	240	338	619	1.432	1.373	9,7
Miércoles 7 Jun.	353	277	261	250	257	268	406	642	349	230	209	225	168	214	252	528	320	377	444	407	627	627	556	494	8,7
Total (kWh)	9,9	7,2	6,4	6	5,8	5,9	8,5	13,3	13,4	9,3	6,9	6,5	6,3	6,1	8,5	8,8	8,8	8,7	7,8	7,7	9,8	15,2	19,2	17,7	

Ilustración 8: Ejemplo factura – fuente: Iberdrola.

De ahora en adelante los datos que acompañan a la justificación de los consumos provienen de los estudios del consumo del sector residencial en España, así como del Proyecto Indel, Atlas de la demanda eléctrica española.

El número de residencias (viviendas u hogares) en España es aproximadamente 18.200.000, de las cuales 5.100.000 corresponden a viviendas unifamiliares. El consumo de energía eléctrica por parte del sector residencial representa el 25% del total consumido. El consumo medio por hogar es de 3487 kWh, mientras que en nuestro caso de estudio es 4880 kWh, es decir un 39% más. Sin embargo, el gasto medio anual por consumo eléctrico es de 990 € y el de nuestro caso de estudio 1253 €, un 27% más. Se puede comprobar mediante las ilustraciones 9 y 10.

Los estudios del consumo del sector residencial hacen una distinción entre diferentes perfiles según la zona (atlántica, continental o mediterránea) y tipo de hogar (piso o unifamiliar). Nuestro caso de estudio encaja en el perfil de vivienda unifamiliar en la Zona Mediterránea, al que pertenecen 2.870.000 hogares. Otra distinción que hacer es que se encuentra dentro del 9% de casos en los que el número de miembros de la residencia es 5 o mayor.

La media de consumo al mes en el caso de estudio es de 404,75 kWh, pero la evolución de esta demanda (Ilustración 10 y 11) presenta fuertes oscilaciones, debido a la temperatura en verano principalmente y a los días festivos (incluidos fines de semana). En verano fundamentalmente por el aire acondicionado y los ventiladores; en los días festivos por qué generalmente los residentes pasan más tiempo en sus hogares. En la figura X2 comprobamos que el consumo comienza a incrementarse en junio a valores de 550 kWh, esto se debe a que a mediados de este mes se comienza a utilizar el aire acondicionado. En julio y agosto se utiliza todo el mes el aire acondicionado de ahí los valores tan altos de consumo, 800 kWh cada uno. En septiembre

sólo se utiliza a principios de mes, elevando la factura normal a unos 400 kWh más tarde se puede prescindir del aire acondicionado y el consumo se estabiliza de nuevo entorno a los 250-350 kWh para el resto de los meses. En cuanto a los días festivos, hacen notar su presencia en los meses de enero y diciembre, por las navidades, en las que se producen más consumos a todos los niveles, también en el consumo eléctrico, por mayor número de comidas familiares, luces, más horas en casa...

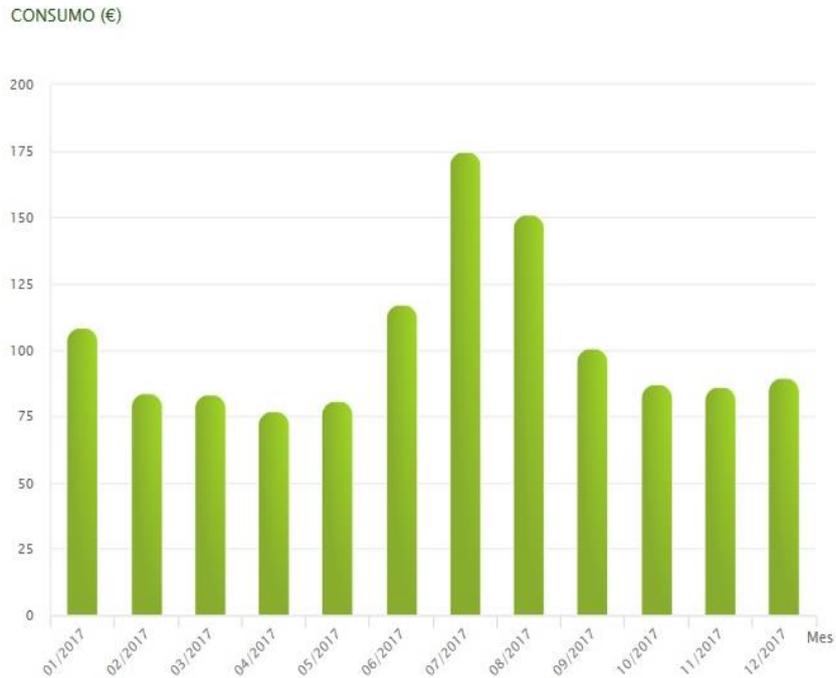


Ilustración 9: Coste mensual del consumo – fuente: Iberdrola.

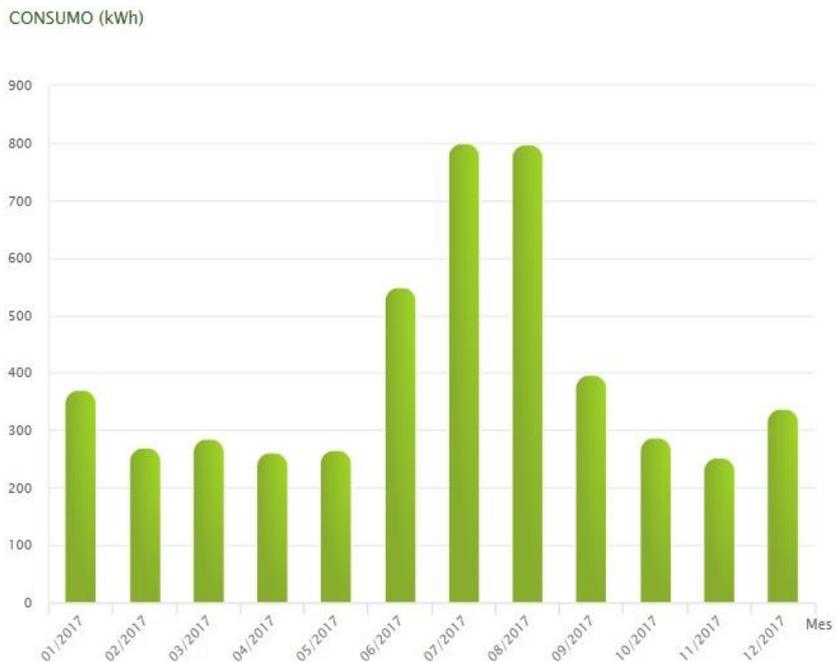


Ilustración 10: Consumo mensual – fuente: Iberdrola.

De media en España la demanda del sistema por parte de las residencias un domingo y un sábado es un 4% y un 2% mayor respectivamente al resto de días de la semana laborables. Como se puede comprobar en el ejemplo de factura de la ilustración 7 esto se corresponde de manera más significativa todavía en nuestro caso, en el que del día 14 de mayo al 7 de junio los fines de semana se consume mucho más que entre semana.

3.3.2 Estudio y Análisis del Consumo en el chalé.

Es habitual que, en este tipo de hogares, la energía eléctrica abastezca los servicios de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS), cocina, refrigeración, iluminación, electrodomésticos y Standby. Pero en el caso de esta vivienda, la calefacción, el agua caliente sanitaria y la cocina, corren a cuenta del gas natural, por lo tanto, nos son objeto de estudio. Los consumos que aparecen en las facturas corresponden exclusivamente a la refrigeración por aire acondicionado, la iluminación, los electrodomésticos y el Standby.

Los servicios mencionados para los hogares unifamiliares, según los estudios, se distribuyen de media de la siguiente manera.

Servicio:	Consumo Anual (kWh)	% Consumo Total
Electrodomésticos y Standby	2282	78%
Aire Acondicionado	175	6%
Iluminación	471	16%
Total:	2928	100%

Tabla 1: Distribución consumos por servicios - fuente: IDAE.

La media total es de 2928 kWh, pero cuando la vivienda está equipada con un mayor tipo de electrodomésticos, se incrementa a 3076 kWh el consumo medio por los electrodomésticos y standby. En la siguiente imagen se pueden ver los distintos tipos de equipamiento según el hogar.

	España		Pisos		Unifamiliares	
	%	Multieq.	%	Multieq.	%	Multieq.
Frigoríficos	99,6%	1,0	99,6%	1,0	99,6%	1,0
Congeladores	23,2%	1,0	16,0%	1,0	40,4%	1,0
Lavadoras	92,9%	1,0	92,3%	1,0	94,4%	1,0
Lavadoras-Secadoras	7,1%	1,0	7,7%	1,0	5,6%	1,0
Lavavajillas	53,1%	1,0	49,5%	1,0	61,6%	1,0
TV	99,9%	2,2	100,0%	2,1	100,0%	2,4
Secadoras	28,3%	1,0	24,2%	1,0	37,8%	1,0
Horno	77,1%	1,0	78,3%	1,0	76,7%	1,0
Microondas	90,0%	1,0	91,0%	1,0	90,0%	1,1
Ordenadores	93,0%	1,2	90,8%	1,2	93,8%	1,1
Ordenadores Fijos	52,3%	1,2	51,5%	1,2	52,6%	1,1
Ordenadores Portátiles	40,7%	1,3	39,3%	1,3	41,2%	1,2
Otro Equipamiento	100,0%	2,5	100,0%	2,5	100,0%	2,5

Tabla 2: Tasas de equipamiento y multiequipamiento de los hogares en España - fuente: IDEA.

En nuestro caso de estudio el consumo se distribuye de la siguiente manera:

Servicio:	Consumo Anual (kwh)	% Consumo Total
Electrodomésticos y Standby	3240	66%
Aire Acondicionado	975	20%
Iluminación	660	14%
Total:	4875	100%

Tabla 3: Distribución de los consumos anuales por servicio, caso de estudio – fuente: propia

SERVICIO	APARATO	POTENCIA NOMINAL(W)	TIEMPO (h/mes)	ENERGIA MEDIA MENSUAL (kWh)	ENERGÍA MEDIA ANUAL (kWh)	ENERGÍA TOTAL (%)
ILUMINACIÓN	20 Bombillas tipo 1	60	280	16,8	204,4	4,2
	45 Bombillas tipo 2	25	1500	37,5	456,25	9,3
ELECTRODOMÉSTICOS	Frigorífico y Congelador	150	720	108	1314	26,7
	Horno	2100	10	21	255,5	5,2
	Lavadora y Secadora	900	30	27	328,5	6,7
	Lavabajillas	350	40	14	170,33	3,5
	Nevera	35	720	25,2	306,6	6,2
	6 Portátiles	75	250	18,75	228,13	4,6
	Resto de electrodomésticos			4,25	51	1,1
	Standby			18	227	4,5
	Televisión	150	180	27	328,5	6,7
AIRE ACONDICIONADO	1 Aire Acondicionado tipo 1	800	100	80	180	3,7
	4 Aire Acondicionado tipo 2	700	550	385	866,25	17,6

Tabla 4: Distribución de los consumos anuales por servicio, caso de estudio - fuente: propia.

El cálculo del aire acondicionado se ha hecho para los meses en los que se utiliza todo el mes. Para los meses en los que no se utilice el aire acondicionado el consumo total mensual ronda los 320 kWh, mientras que los meses de verano en los que se utiliza el aire acondicionado el consumo puede elevarse hasta los 800 kWh. (véase tabla 5). Teniendo en cuenta que el aire acondicionado se utiliza poco más de 2 meses (para los cálculos se considera 2,25 meses de verano y 7,75 normales, ecuación 1), aunque de manera intensa, los consumos totales son según la tipología del mes (Los meses se distinguen entre los que se utiliza aire acondicionado o verano y los que no se utiliza aire acondicionado o normales).

$$\text{Consumo verano} = \text{iluminación} + \text{electrodomésticos} + \text{aire acondicionado}$$

$$\text{Consumo normal} = \text{iluminación} + \text{electrodomésticos}$$

$$\text{Consumo Anual} = (\text{Consumo verano}) \times 2.25 + (\text{Consumo normal}) \times 9.75$$

Ilustración 11: Formulas cálculo consumo anual y por tipos de mes – fuente: propia.

VERANO	783 kWh
NORMALES	318 kWh
ANUAL	4863 kWh

Tabla 5: Consumo anual y por tipo de mes - fuente: propia.

Con esto se justifican los datos obtenidos y la variación de los consumos cada mes en las facturas de energía eléctrica.

Uno de los datos que más llama la atención es que los aires acondicionados representan el 20% aproximadamente del consumo total del año, a pesar de ser utilizado entre 2 y 3 meses. Una de las razones es porque hay muchos aparatos, tan solo el 7,5% de las viviendas en España con aire acondicionado tienen 5 o más aparatos. Éste es uno de esos casos. Las viviendas normalmente utilizan 1 para la habitación más grande.

En esta casa hay un aire acondicionado prácticamente para cada habitación. Más adelante veremos cómo el aire acondicionado es un consumo clave que condiciona la elección del sistema híbrido renovable.

Los datos obtenidos en la tabla serían los consumos que se podrían dar en un mes normal de verano y en un mes normal de invierno aproximadamente. Destacando la más notable diferencia entre verano e invierno, debido al gran consumo de los aires acondicionados. Los meses en los que no se hace uso de los aires acondicionados, que son los que van de octubre a mayo, los consumos son muy similares. Si bien es cierto en los meses de enero y diciembre aumenta ligeramente debido a que como son épocas festivas se hace mayor consumo como se explicaba en el apartado anterior (punto 3.3). Los datos se corresponden de cerca con los obtenidos en los estudios de IDAE sobre los electrodomésticos en las viviendas unifamiliares:

Unidad: kWh	Unifamiliares	
Frigoríficos	688	22,4%
Congeladores	631	20,5%
Lavadoras	261	8,5%
Lavavajillas	253	8,2%
Secadoras	252	8,2%
Horno	244	7,9%
TV	294	9,6%
Ordenadores	186	6,0%
Standby	216	7,0%
Resto Electrodomésticos	51	1,7%
TOTAL	3.076	100%

Tabla 6: Consumo electrodomésticos - fuente: IDEA.

3.3.3 Análisis de las formas de las curvas de carga de días tipo.

Según la época del año y en función de si es día festivo o no, las curvas de carga adquieren unas formas u otras. Se van a analizar los consumos medios que se hacen de los electrodomésticos más significativos y que tienen una gran influencia sobre la forma de las curvas de carga diarias.

En los días de verano la presencia del aire acondicionado es demasiado influyente como para poder distinguir a qué hora se utilizan el resto de los electrodomésticos, es por eso, que se va a analizar con mayor profundidad. Aun así, los hay que por su alta potencia o características horarias tienen también una alta influencia sobre la curva de carga. Estos son; la nevera, la lavadora y el lavavajillas.

-Aire Acondicionado: Es un electrodoméstico que hace muy notoria su presencia en los consumos, sobre todo si se conectan varios a la vez. En la ilustración 11 del proyecto Indel podemos ver la curva de carga de un aire acondicionado; representa el -consumo medio del aire acondicionado en los hogares que disponen de él, en un día laborable de verano-. En esta se nota de manera muy clara, la influencia que tiene el uso del aire acondicionado en la vivienda en la cual hay un pico máximo entre las 2 y las 6 que son las horas de mayor calor.

También se observa que se hace un gran uso del aire acondicionado durante la noche, aunque más moderado, ya que suele programarse para que funcione durante unas horas. Por último, ver como a las 9 de la mañana hay una bajada en el consumo considerable, hora en la que menos se utiliza el aire.

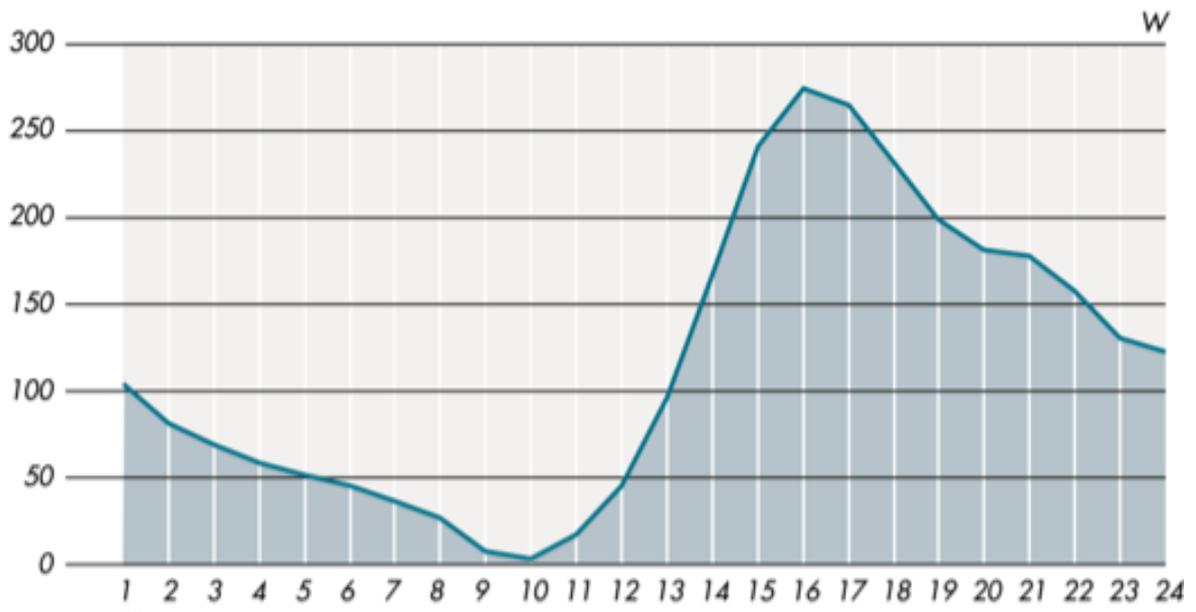


Ilustración 12: Curva de carga de los aires acondicionados de media – fuente: Proyecto Indel.

-Nevera: La nevera está siempre funcionando. Por eso, su curva de consumo horario es constante, con un pequeño aumento en las horas de las comidas, por coincidir con las horas del día en que los residentes suelen abrir más sus puertas para meter y sacar alimentos. Su curva de carga asociada es la siguiente:

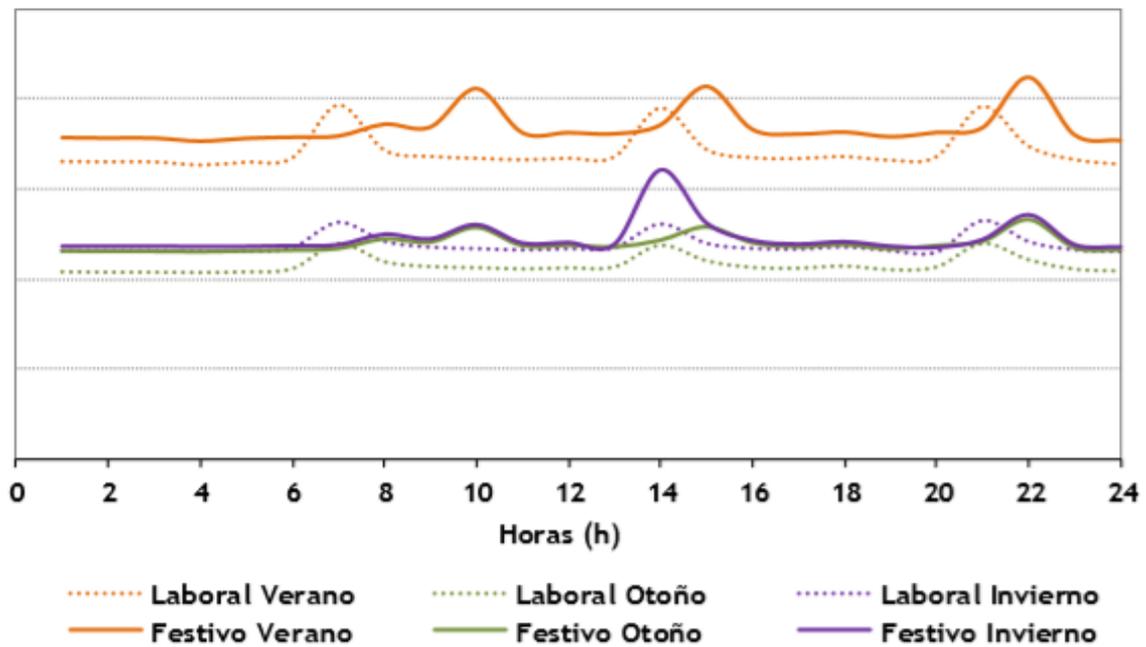


Ilustración 13: Curva de carga de las neveras – fuente: IDAE.

Como se puede observar hay diferencias entre las épocas de calor que es cuando mayor consumo medio hace la nevera por una mayor diferencia de temperaturas del interior con el exterior.

-Lavadora: Las lavadoras suelen consumir entorno a los 258 kWh anuales y representa aproximadamente el 8,5% del consumo de los electrodomésticos, es decir, un 6% del consumo total. En el caso de esta vivienda se trata del 6,7% del total anual. La característica de esta curva muestra como se suele utilizar más las lavadoras entre las 9 y las 13 horas del día después se va reduciendo su uso a lo largo del día.

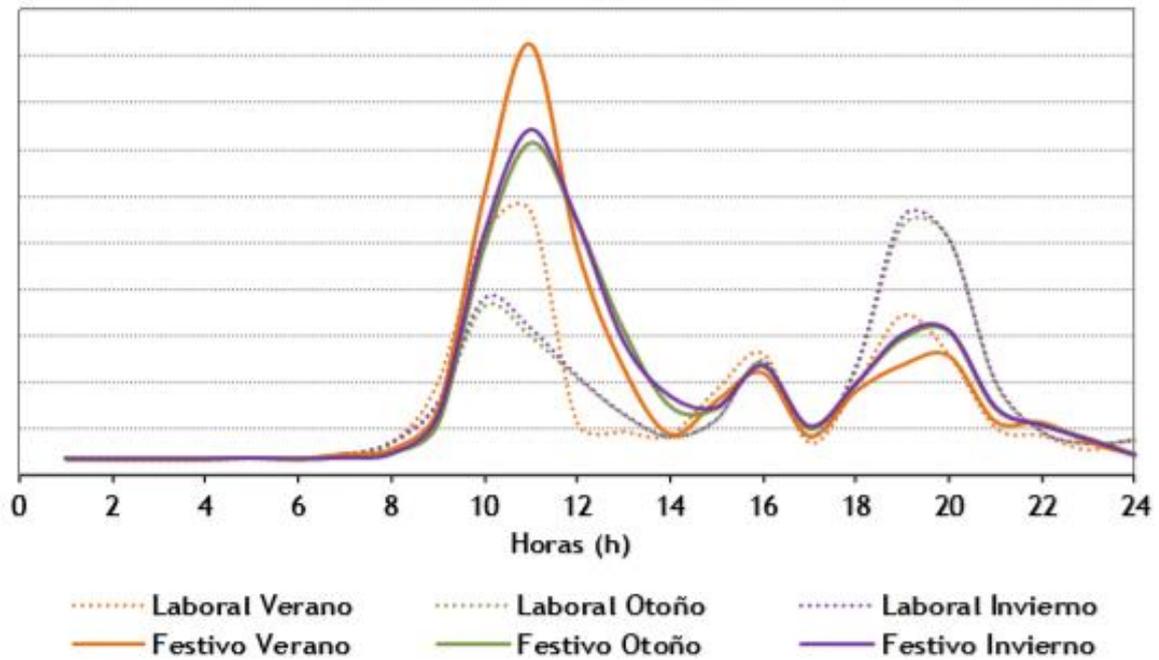


Ilustración 14: Curva de carga de las lavadoras – fuente: IDAE.

-Lavavajillas: El consumo del lavavajillas empieza a partir de las 8 horas, alcanzando su primer máximo diario a las 16 horas, coincidiendo con el periodo posterior a la comida. A partir de esta hora, su consumo desciende hasta las 19 horas e inicia un ascenso hasta alcanzar su segundo máximo a las 23 horas, periodo posterior a la cena. El consumo nocturno es casi nulo.

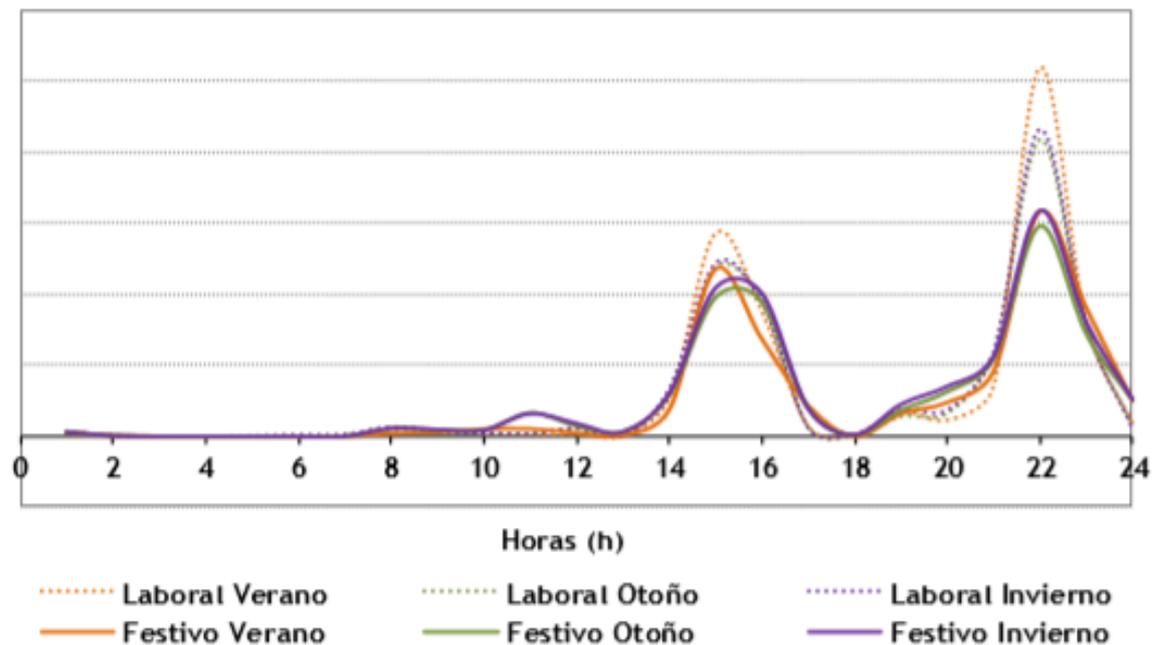


Ilustración 15: Curva de carga de los lavavajillas – fuente: IDAE.

Se pasa a analizar las curvas de carga de días tipo. Un ejemplo de día de invierno festivo sería el del 4 de enero de 2017, el consumo medio a lo largo del día es considerablemente mayor que en el de invierno laborable, llegando a los 2000 Wh, como era de esperar. El consumo total a lo largo del día fue de 12,58kWh. El primer pico se produce a las 9h de la mañana y comienza a haber un incremento del consumo general. El gran consumo entre las 10 y las 12 horas se puede deber principalmente a la lavadora, horas comunes de utilización de esta un día festivo de invierno según la ilustración 13 de la curva de carga de la lavadora anterior. Vuelve a haber una pequeña subida entre las 2 y las 5 horas, entre otras por la nevera. Y por último a partir de las 8 horas de la tarde hasta el final del día hay un gran pico, son también horas comunes de puesta en marcha del lavavajillas y apertura de la nevera según nos indican sus curvas de carga en las ilustraciones 12 y 14.

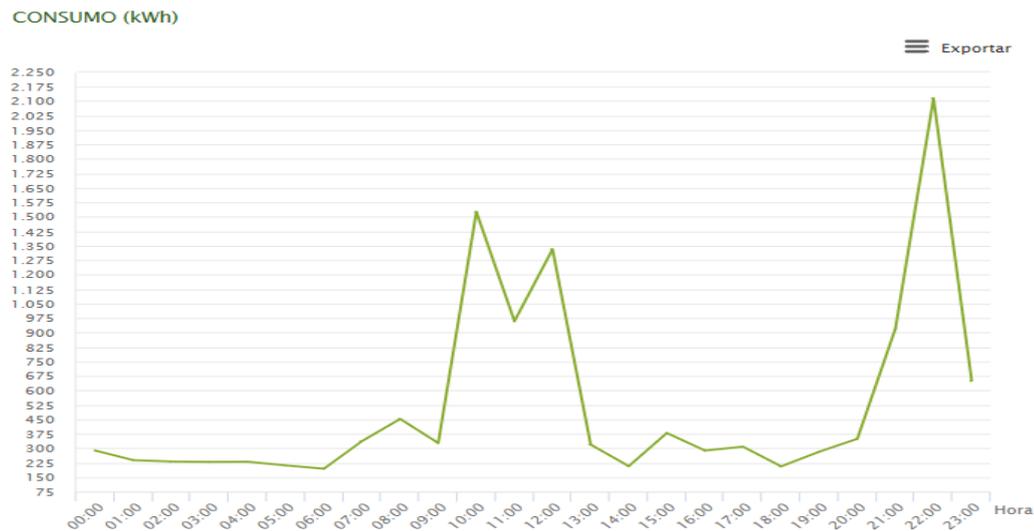


Ilustración 16: Curva de carga día de invierno festivo – fuente: Iberdrola.

Introduciéndonos en los días de invierno laborables de las facturas, se coge como ejemplo la factura del día jueves 9 de febrero podemos comprobar que se producen 3 picos importantes. El primero se produce antes que en un día de invierno festivo entre las 5 y las 8 horas, es cuando los residentes se levantan y hay un mayor consumo de luz, coincide con uno de los picos de la nevera en invierno laborable. Entre las 13 y las 15 horas vuelve a haber otro pico, coincidiendo otra vez con horas en las que se come y mayor consumo de la nevera. Puede también deberse al uso del lavavajillas después de comer. Por último, hay un gran pico por la tarde noche, cuando los residentes llegan a casa después de todo el día, lo que supone un mayor consumo. El pico de 1875 Wh puede deberse, por ejemplo, a la suma de la lavadora (900 Wh), 20 bombillas (600 Wh), 2 portátiles (150 Wh), la televisión (150 Wh), el standby (50 Wh) y otros electrodomésticos (25 Wh).

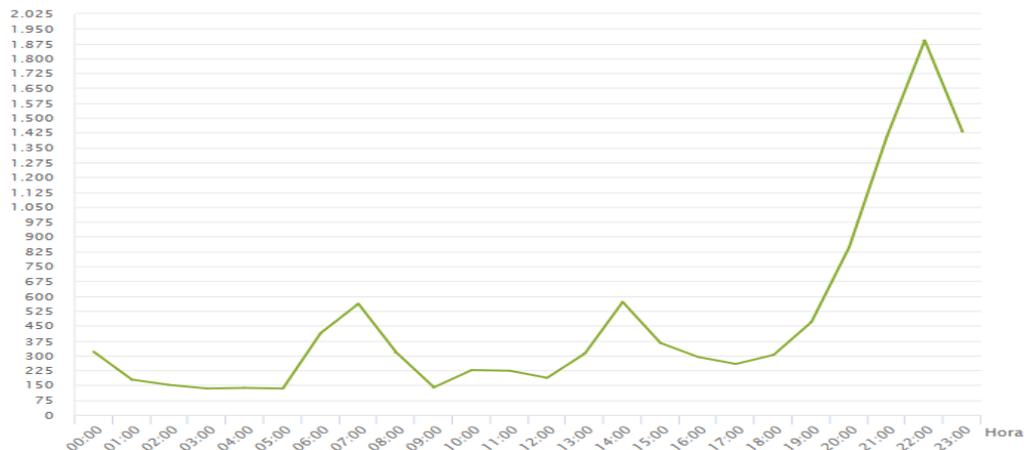


Ilustración 17: Curva de carga día de invierno laborable – fuente: Iberdrola.

Como se ha adelantado antes se va a hacer una mención especial del consumo de los aires acondicionados, ya que es el servicio que de alguna manera perturba los consumos medios que se hacen a lo largo de todo el año, pasando de consumos que rondan los 300 kWh a consumos de unos 800 kWh si se utilizan mucho estos aparatos.

La curva de carga de la *ilustración 18* es del viernes 28 de Julio, pleno verano, laborable y día en el que se hace un gran uso del aire acondicionado. La primera curva de la *ilustración 19* se trata de la diferencia de consumos entre el día 28 de julio (*Ilustración 18*) y el día 9 de febrero (*Ilustración 17*), o lo que es lo mismo la diferencia de consumo entre un día laborable de verano y un día laborable de invierno. La finalidad de esta segunda *ilustración 19* es que se observe la influencia que tiene el aire acondicionado en el consumo en los meses de verano, pues el único consumo adicional que se hace en los meses de verano es el uso de este electrodoméstico.



Ilustración 18: Curva de carga día de verano laborable – fuente: Iberdrola.

Es interesante comprobar cómo esa diferencia de consumo (*Ilustración 19*), debida al aire acondicionado, se corresponde con la curva de carga de los aires acondicionados representada (*Ilustraciones 12 y 20*).

Por último, para hacer notar una vez más la influencia del aire acondicionado en el consumo, añadir que el consumo de un día laborable de invierno, en este caso el 9 de febrero, el consumo fue de 11,25 kWh, mientras que el consumo de un día laborable de verano, en este caso el 28 de julio, el consumo fue de 43,3 kWh. Una diferencia de 32 kWh. El aspecto de las curvas de los consumos de esta vivienda hubiera sido muy diferente si también atendiera servicios como la calefacción, el ACS y la cocina eléctrica, pero no se da en este caso de estudio.

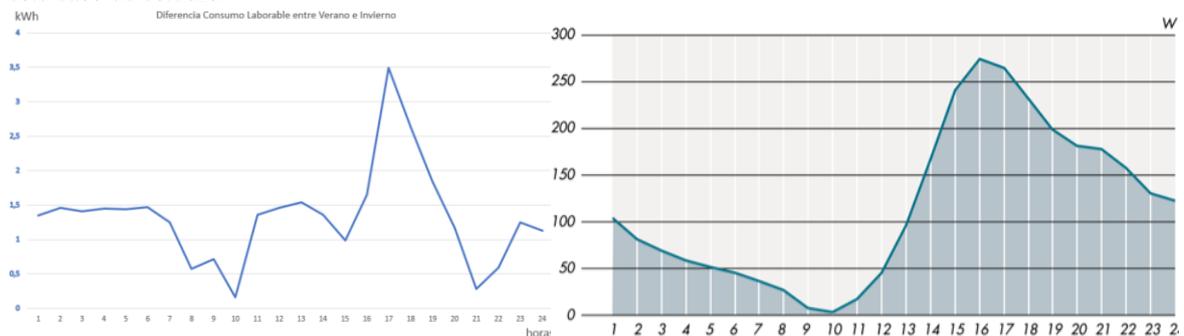


Ilustración 19: 1ª curva: Diferencia consumo laborable entre verano e invierno – fuente: propia. 2ª Curva: Curva de carga de los aires acondicionados de media – fuente: Proyecto Indel.

3.4 RECURSOS ENERGÉTICOS DISPONIBLES.

3.4.1 Recurso Solar-Radiación.

Los datos sobre la irradiación solar que tiene lugar en Requena se toman del programa PVGIS. El parámetro más significativo es H_d , es decir, la irradiación global solar media diaria por metro cuadrado de superficie de un sistema dado (kWh/m²). Estos datos serán de gran ayuda a la hora de determinar el tipo y número de placas solares que serán necesarias para el sistema híbrido.

Fixed system: inclination=36°, orientation=0° (Optimum at given orientation)				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	3.13	97.1	3.89	120
Feb	3.93	110	4.93	138
Mar	4.69	145	6.06	188
Apr	4.57	137	6.05	182
May	4.80	149	6.48	201
Jun	5.07	152	6.96	209
Jul	5.23	162	7.32	227
Aug	4.95	154	6.92	215
Sep	4.50	135	6.12	183
Oct	4.06	126	5.39	167
Nov	3.34	100	4.24	127
Dec	2.98	92.4	3.70	115
Yearly average	4.27	130	5.68	173
Total for year		1560		2070

Tabla 7: Irradiación solar en Requena - fuente: PVGIS.

Una forma de ver qué influencia tiene un año solar es mediante el llamado índice de claridad (K_{TA}), que se define como la relación entre la irradiación anual sobre una superficie horizontal situada en la tierra y la irradiación anual sobre una superficie horizontal fuera de la atmósfera. Este parámetro mide la transparencia de la atmósfera y se utiliza en la mayoría de los casos para estimar la radiación sobre superficies inclinadas. El índice de claridad se calcula como el cociente de la irradiación global anual y la irradiación extra atmosférica en una superficie colectora.

$$K_{TA} = \frac{\text{Radiación}_{global}}{\text{Radiación}_{extraatmosferica}}$$

Ilustración 20: Fórmula cálculo índice de Claridad (K_{TA}) – fuente: Wikipedia.

Mediante un programa de simulación (HOMER), se puede obtener una aproximación de la distribución de la radiación a lo largo de todos los meses del año. El programa necesita los datos obtenidos de radiación mensual para así calcular los índices de claridad y con ello la distribución correspondiente.

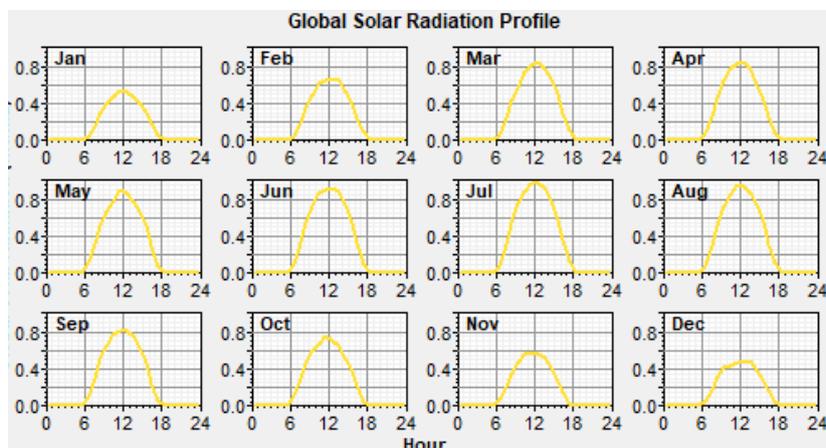


Ilustración 21: Distribución Radiación Solar Anual – fuente: HOMER.

3.4.2 Recurso Eólico.

En requena, la velocidad media del viento en todo el año 2017 fue de 5,1 m/s, estando está fundamentalmente entre los 1,39 y 7,77 m/s. De hecho, se encuentra entre estas velocidades el 88% del tiempo. Según los datos estadísticos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la mayor racha registrada en todo el año 2017 fue de 28,1 m/s.

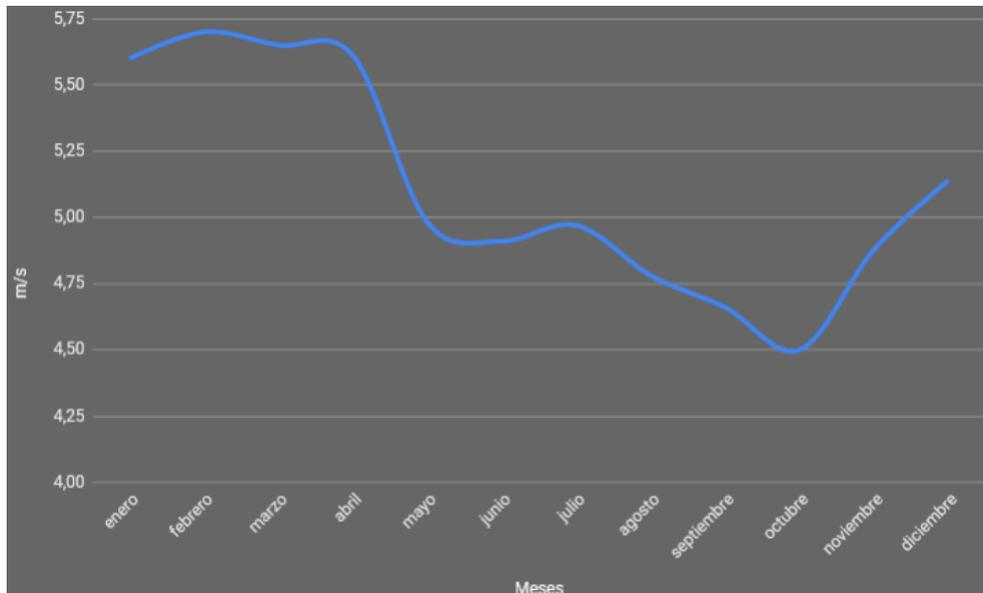


Ilustración 22 Velocidad media del viento por meses – fuente: propia.

Las velocidades medias de cada mes son cambiantes, siendo los meses con más viento de enero a abril con velocidades medias de unos 5,7 m/s. El mes con menos viento es el de octubre con una velocidad media de 4,5 m/s. El resto de los meses están en torno a velocidades medias de 5 m/s.

Mediante la distribución de Weibull, conociendo las características del aerogenerador, se puede saber qué % del viento es de utilidad a partir de la velocidad mínima para mover el aerogenerador.

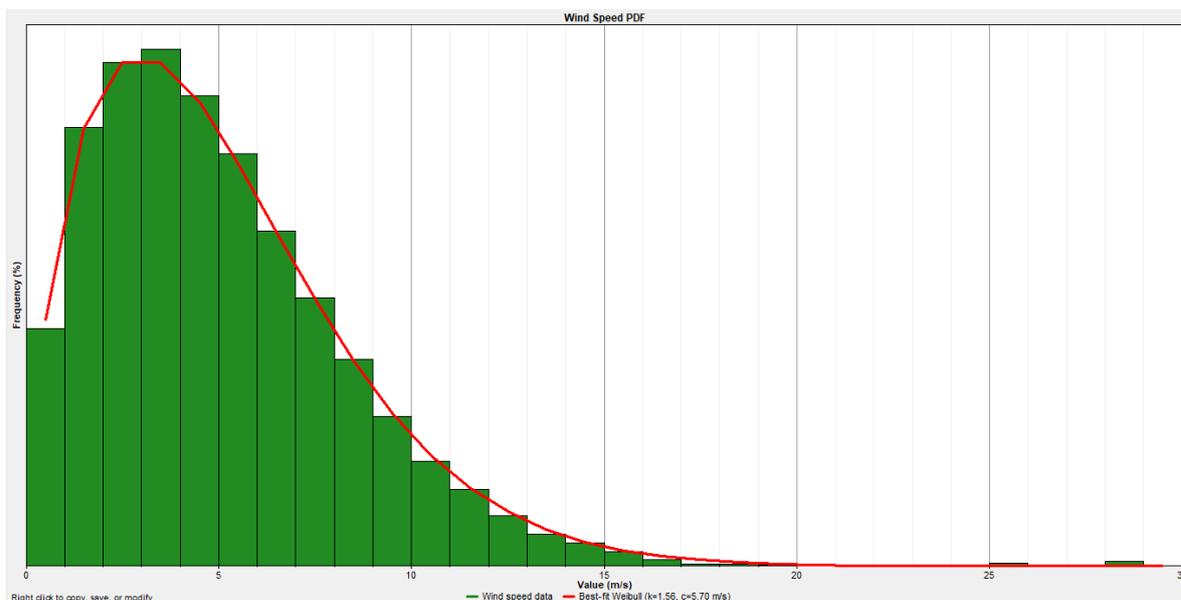


Ilustración 23: Distribución de Weibull – fuente: HOMER.

En el diagrama de la ilustración 22, obtenida de Meteoblue, se muestra el número de días de cada mes que se completan por velocidades del viento en km/h. Es una manera alternativa a la distribución de Weibull para entender el mismo concepto, que es la cantidad de tiempo de viento aprovechable. En la tabla 8 quedan determinados el número de días que hay por cada intervalo de velocidades de viento.

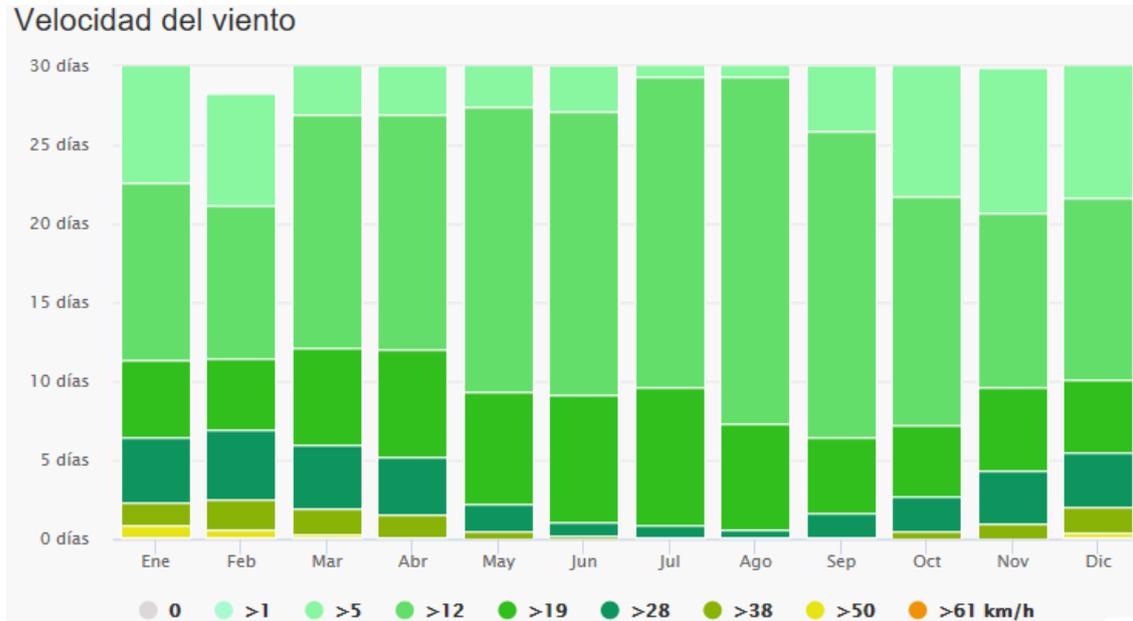


Ilustración 24: Número de días por intervalos de velocidad de viento por meses – fuente: Meteoblue.

velocidad (m/s)	días al año
$0,00 < V < 0,28$	0
$0,28 < V < 1,39$	0,3
$1,39 < V < 3,33$	64,3
$3,33 < V < 5,28$	185,2
$5,28 < V < 7,77$	72
$7,77 < V < 10,56$	30,5
$10,56 < V < 13,88$	10,4
$13,88 < V < 16,94$	1,9
$16,94 < V$	0,4

Tabla 8: Número d días al año por velocidades - fuente: propia.

Por último, se muestra la rosa de los vientos anual en Requena, en la que también se detalla las velocidades que se dan en cada dirección. La mayor parte del viento se produce a 270° dirección Oeste (W).

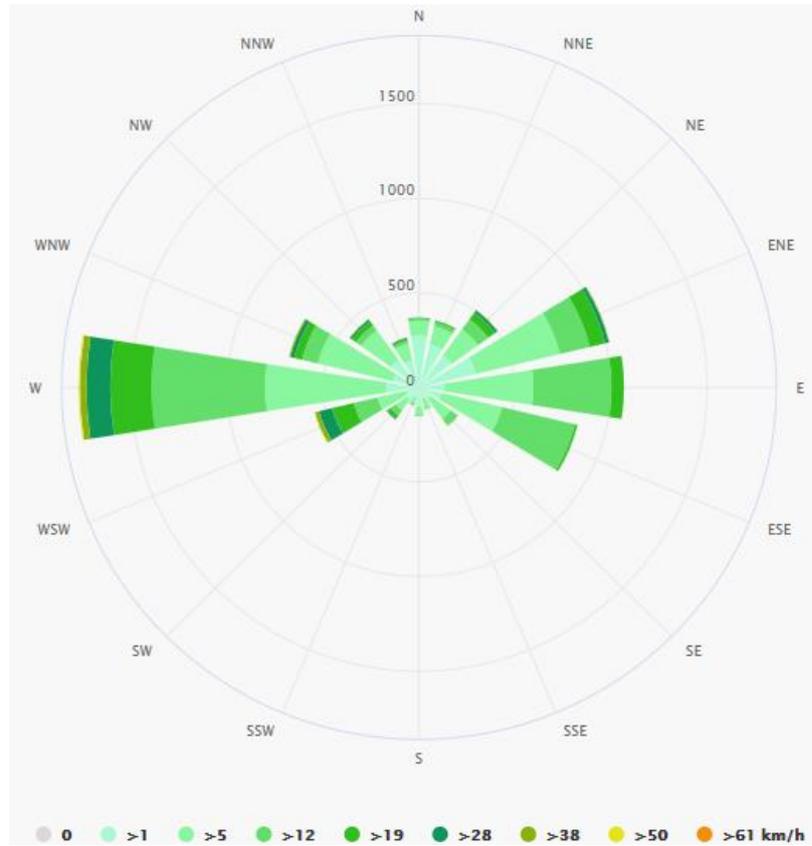


Ilustración 25: Rosa de los Vientos de Requena– fuente: Meteoblue.

4 TECNOLOGÍA DISPONIBLE EN LA ZONA.

4.1 RESUMEN TECNOLOGÍA DISPONIBLE.

Para el caso de estudio que se aborda, una vez conocido y estudiado el ciclo de consumo, así como los recursos energéticos de los que se dispone, se procede a determinar las distintas tecnologías disponibles en la zona que más adelante se utilizarán para analizar cuál es la alternativa más adecuada en cada caso.

Para la producción de energía eléctrica los dispositivos disponibles son: aerogeneradores, placas solares fotovoltaicas y un generador Diésel.

En los sistemas en los que se utilice aerogeneradores y placas solares la energía obtenida es en corriente continua, sin embargo, la corriente utilizada en las viviendas es corriente alterna. Por lo tanto, será necesario un alternador o convertidor de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA). También se necesita un regulador de carga que absorba los picos de corriente que pudieran darse y de este modo que la electricidad sea la necesaria para un uso adecuado.

Otro elemento que puede ser indispensable, según la configuración, son las baterías. Las baterías son necesarias si lo que se pretende es almacenar energía en los momentos en que hay un exceso de energía producida para posteriormente poder utilizarla en los momentos en los que se consume más que se produce.

Un esquema de lo descrito hasta ahora podría ser el siguiente:

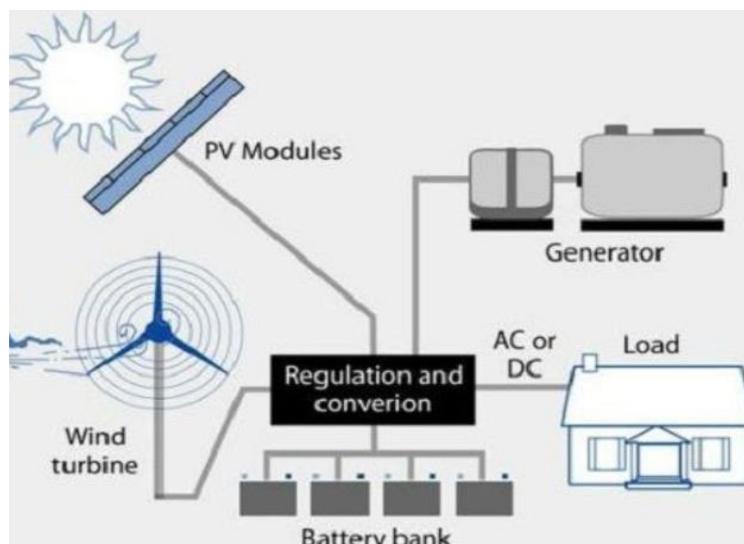


Ilustración 26: Esquema sistema híbrido renovable de pequeña potencia– fuente: SlideShare.

La mayoría de las alternativas tecnológicas que se exponen provienen del catálogo de Bornay, una empresa alicantina situada en el pueblo de Castalla en la Comunidad Valenciana. Es la empresa líder de mini-eólica en España, pero también cuentan en su catálogo con productos de primeras marcas como son Atersa, Schneider o Victron Energy para aplicaciones en energías renovables tanto para instalaciones aisladas como para autoconsumo.

4.2 AEROGENERADORES.

Los aerogeneradores son generadores eléctricos que funcionan mediante la conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación. Esto lo hace a través de una hélice que gira al ser empujado por el viento, a mayor velocidad del viento mayor potencia. Posteriormente, el alternador se encarga de transformar esa energía mecánica en energía eléctrica.

Existen muchas clases de aerogeneradores en función de su forma estructural y tamaño de potencia. En este caso las alternativas comparten que son aerogeneradores de eje horizontal bipala o tripala y de pequeña potencia.

Modelo	Potencia (W)	Inversión (€)	Reemplazo (€)	OyM (€/año)
Bornay 600	600	3460	3460	50
Bornay 1500	1500	3940	3940	50
Bornay 3000	3000	5910	5910	50

Tabla 9: Alternativas de aerogeneradores - fuente: propia.

4.3 PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Los paneles solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de células fotovoltaicas que producen energía en forma de corriente eléctrica. La generación fotovoltaica consiste en la obtención de energía eléctrica a partir de la interacción de la luz sobre un material especial, de forma que al incidir luz solar sobre él produzca una corriente de electrones. Este efecto denominado fotoeléctrico, permite transformar tanto la radiación directa como la difusa, en corriente eléctrica continua.

Las placas solares a utilizar son de eje fijo y la disposición de estas puede ser o sobre el tejado de la vivienda o bien sobre el suelo. Las distintas alternativas están orientadas especialmente para sistemas aislados y en el precio se incluye también la instalación de las mismas.

Modelo	Potencia (W)	Inversión (€)	Reemplazo (€)	OyM (€/año)
SPM131-12	130	182	182	4
SPM190-24	190	266	266	6
SPM300-24	300	420	420	9

Tabla 10: Alternativas de Paneles Solares - fuente: propia.

4.4 GENERADOR DIESEL

Un generador Diésel es una combinación de un motor Diésel, que transforma la energía química del combustible en energía mecánica, con un generador eléctrico que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Es un caso específico de motor-generator.

Este tipo de generador suele utilizarse en lugares que están aislados de la red o como sistema de emergencia cuando existe alguna avería o fallo en la red, así como para otras aplicaciones más complejas.

La empresa Bornay no tiene en su catálogo generadores Diésel. Las alternativas de generadores Diésel se obtienen a partir de la empresa Genesal Energy. Se trata del generador Diésel modelo GEN 5,5K XS POWER, con una potencia de 4kW, un precio de 950 € y un coste por mantenimiento de 0,2 €/h.

4.5 INVERSORES (CONVERTIDOR DC-AC)

Un inversor es un dispositivo que tiene como función convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores (baterías) y aerogeneradores en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usadas en instalaciones eléctricas aisladas.

El voltaje en corriente continua es constante y la carga eléctrica fluye en una dirección. Por el contrario, en la corriente alterna la magnitud y dirección de flujo cambia de forma periódica con valles y picos que aparecen a intervalos regulares. Los inversores, mediante circuitos electrónicos cambian la dirección del flujo de la corriente continua de forma cíclica haciendo que se asimile a la corriente alterna. El inversor además emplea una serie de filtros para hacer que estos cambios de dirección sean suaves y regulares adaptándose más a la corriente alterna deseada.

Por las características de la instalación ha sido necesario buscar inversores de baja potencia para que la conversión que realicen se adapte bien a la generación eléctrica del sistema híbrido renovable. Los dispositivos son de la marca Fronius.

Modelo	Potencia (W)	Inversión (€)	Reemplazo (€)	OyM (€/año)
Galvo 1.5-1	1500	1222	1222	122
Galvo 2.0-1	2000	1253	1253	125
Galvo 2.5-1	2500	1284	1284	128

Tabla 11: Alternativas de Inversores - fuente: propia.

4.6 BATERÍAS

Las baterías eléctricas son un tipo de acumuladores eléctricos que pueden convertir la energía química almacenada en celdas electroquímicas en corriente eléctrica. Las celdas tienen un electrodo positivo y otro negativo que junto a los electrolitos permiten que los iones se muevan entre los electrodos, permitiendo así alimentar un circuito eléctrico. Unos de los problemas de las baterías es el llamado efecto memoria. Consiste en que cada recarga que se hace de las baterías reduce su capacidad de almacenar energía eléctrica. Esta capacidad de almacenar energía eléctrica se mide en Ah (amperios*hora).

Las baterías más comunes son las de plomo ácido, níquel hierro y níquel cadmio, aunque las hay de muy diversos tipos. Las distintas baterías seleccionadas de la empresa Monsolar son de plomo ácido tipo Hoppecke y están preparadas específicamente para viviendas de uso habitual con consumos medios-elevados.

Para que la batería nos dure hasta 20 años es necesario calcular bien la capacidad de la misma. Si la batería es entre 3 y 4 veces mayor al consumo diario esperado conseguiremos que a diario se utilice solamente alrededor del 20% de capacidad nominal de la batería y con un régimen de utilización cercano al C100. Por lo que las profundidades de descarga en los ciclos de la batería serán del 20% y la batería nos durará unos 8000 ciclos (20 años). La capacidad en Ah de una batería expresada en C100 significa que esos amperios*hora se pueden extraer de la batería siempre que el régimen de descarga sea tal que implique la descarga en su totalidad en un tiempo de 100 horas.

Si la misma batería se descarga a un régimen tal que implica una descarga completa en 10 horas (C10) los amperios*hora que podremos extraer será bastante inferior al valor de C100.

Este hecho es debido al incremento del flujo de corriente interno de la batería. A mayor corriente mayor velocidad en la reacción química mermando la capacidad de extraer energía procedente de la reacción química.

Habrán momentos durante el día que el régimen de descarga de nuestra batería será en torno al C10 cuando conectamos un consumo elevado como un horno y momento en que este régimen será más cercano a un C200 donde el consumo es una bombilla. Pero a efectos prácticos consideramos que la media será en torno al C100 siempre que la batería esté bien dimensionada.

Modelo	Inversión (€)	Reemplazo (€)	OyM (€/año)	C100 (Ah)
6 OPzS 600	1450	1450	145	900
8 OPzS 800	2050	2050	205	1200
10 OPzS 1000	2380	2380	238	1500

Tabla 12: Alternativas de Baterías - fuente: propia.

4.7 REGULADOR DE CARGA

El regulador de carga limita la velocidad a la que la corriente eléctrica se suma o extrae de las baterías eléctricas. Tiene como función prevenir las sobrecargas y sobretensiones aumentando el rendimiento y vida de las baterías, así como evitando riesgos la seguridad.

El regulador seleccionado es el MPPT 150-85 Victron Smart Solar uno de los del catálogo de Bornay y recomendado para el tipo de instalación. El Regulador MPPT 150V 85A Victron Smart Solar es un regulador de carga solar maximizador que nos proporciona el máximo rendimiento de cualquier tipo de panel para nuestra instalación de energía solar. Trabaja con baterías de 12V, 24V y 48V y soporta un máximo de 150V en la entrada de paneles y puede cargar la batería a una intensidad máxima de 85A. Este Regulador con batería de 12V admite un máximo de 1200W desde paneles, a 24V de batería son 2400W y a 48V aprovecharemos de paneles hasta 4900W. El precio del regulador de carga va incluido en el de los paneles solares fotovoltaicos.

5 ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA.

Cada una de las soluciones alternativas tienen una serie de ventajas y desventajas que hay que entrar a valorar. Para tomar la decisión idónea, es necesario conocer cuáles son las circunstancias y normativas actuales, así como las perspectivas de futuro que las acompañan.

Algunas de las normativas actuales referidas a las modalidades de autoconsumo en España están previstas tan solo para un breve periodo de tiempo. Según algunos expertos, se trata de una normativa anticuada con respecto a muchos países de Europa y del mundo y que, por lo tanto, se va a tener que ajustar a los tiempos.

Es curioso destacar que España, sólo por detrás de Alemania y por delante de Estados Unidos, fue de los países pioneros en incentivar y apoyar a las energías renovables. España fue un gran impulsor a principios de siglo de la energía renovable, ofreciendo incluso primas a quienes instalaran placas solares. Sin embargo, la especulación en el mercado acabó con medidas estrictas por parte del gobierno, las que todavía están en vigor, y que muchos grupos ecologistas y pequeños consumidores aislados esperan que cambie pronto.

Los 3 escenarios a los que se va a hacer referencia son los siguientes:

- Autoconsumo puro: la vivienda está totalmente aislada (que no desconectada) de la red eléctrica, es imposible el acceso a la red físicamente. La vivienda genera su propia energía y por lo tanto el consumo se realiza en su totalidad a partir de energía renovable y si fuera necesario de un generador Diésel. Puesto que la potencia instalada es <10kW y está totalmente aislada no hay retribución de ningún tipo ni por potencia contratada ni por energía consumida.
- Balance Neto: la vivienda está conectada a la red y también genera su propia energía. Solo en caso de que la energía renovable, o generador Diésel si lo hubiera, no sean capaz de abastecer a la vivienda entonces se consumirá energía de la red. Además, la energía sobrante que se genere se puede verter a la red por una compensación económica. Se hace una retribución por la potencia contratada y por la energía consumida.
- Normativa actual: el caso es el mismo que el del balance neto, con la diferencia de que no se recibe una compensación económica por la energía sobrante vertida a la red. Si con la normativa actual la potencia instalada es <10kW como es el caso, no deberán pagar un peaje por energía auto-consumida, al igual que en el Autoconsumo puro.

El escenario de Balance Neto ya no está en vigor en España, pero sí que lo estaba en el pasado. En otros países sí que adoptan este sistema, como puedan ser: Alemania, Estados Unidos, Holanda, Portugal, Grecia, Italia, Dinamarca, Japón o Australia. Actualmente en España el Balance Neto está pendiente de regulación para que no se produzcan los problemas del pasado, en los que se hacía especulación con él.

Sí se reguló, por el RD 1699/2011 las condiciones técnicas, económicas y administrativas de conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Pero no fija las condiciones del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo. Por lo que puedes ceder energía, pero sin contraposición económica.

No fue hasta más adelante cuando se publicó el RD 900/2015 en el que se regulan estas condiciones. Pero en éste, no se legisla el Balance Neto. El RD 900/2015, más conocido como “el impuesto al sol”, no es más que la normativa que regula el peaje que debe pagar una vivienda por el respaldo de la red. Regula las condiciones de instalaciones de las 2 modalidades de autoconsumo:

- Autoconsumo tipo 1: en esta modalidad solo existe un sujeto consumidor que además ha de ser el propietario de la instalación. Se caracteriza por que la instalación generadora no está dada

de alta como instalación de producción eléctrica. Se necesita un punto de conexión a la red, aunque no se vaya a consumir ni verter nada, y la potencia contratada ha de ser menor a 100 kW. No permite la venta de energía excedente en el mercado y el vertido no conlleva una compensación económica.

- Autoconsumo tipo 2: en esta modalidad existen por un lado el sujeto consumidor y por otro lado el sujeto productor o propietario de la instalación, los cuales, no tienen por qué ser el mismo. Se caracteriza por que la instalación generadora sí que está dada de alta como instalación de producción eléctrica. Se necesita un punto de conexión a red, aunque no se vaya a consumir ni verter y no existe límite de potencia contratada. Permite la venta de energía excedente al mercado, pero el vertido no conlleva una compensación económica.

Las previsiones para el futuro de las energías renovables es que la normativa legisle un tipo de Balance Neto. Pese a sus horas de sol y ser el cuarto mercado fotovoltaico europeo (5 GW), España aún está muy por detrás de Alemania (42,4 GW), Italia (19,6 GW) y Reino Unido (12,8 GW). España lleva 4 años sin apoyar las energías renovables, ahora vuelve a ser un país ambicioso y pretende generar un compromiso de consumo energético de origen renovable y una derogación lo más pronto posible del conocido como Impuesto al Sol.

Europa ha adjudicado 8 GW de un total de 25,2 GW de potencia renovable a España en 2017, con el objetivo de acercar a España al 20% de consumo energético renovable de la UE en 2020.

El estudio de las alternativas se va a hacer para 3 supuestas situaciones de la normativa, con la intención de que el estudio no se cierre las puertas ante futuros cambios en la normativa. Las supuestas situaciones son: Normativa Actual, Autoconsumo Puro y Balance Neto.

6 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

6.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PREVIAS.

En los apartados que a continuación siguen se van a plantear para los distintos escenarios de la normativa la mejor alternativa de abastecimiento de la vivienda, bien sea directamente de la red o mediante un sistema híbrido renovable. Ya se conoce la tecnología disponible. Se tomará como herramienta de apoyo el software de simulación “HOMER”, mediante el cual es posible hacer un análisis de sistemas renovables híbridos y ver como varias combinaciones de sistemas responden a las necesidades eléctricas, en este caso del chalé. Para ello has sido necesarias unas consideraciones previas comunes a todos los supuestos, así como los consumos de las 8760h del año a partir de las facturas de la vivienda.

Antes de introducirnos en cada supuesto, es necesario establecer el conjunto de parámetros comunes entre ellos con el fin de simplificar el desarrollo y comprensión de cada apartado:

6.1.1 Facturación de la electricidad.

Uno de los aspectos más importantes a considerar es cuál es el precio de la energía y la potencia contratada en caso de tener conexión a Red, cuáles son los impuestos que nos cobran y otros conceptos. Partimos de una vivienda conocida. Como la potencia de la instalación necesaria, es menor de 10 kW, la tarifa correspondiente en un periodo es la 2.0A.

- Facturación de la potencia (FPU):

$$FPU = \sum_{n=1}^{\text{periodos}} TPU_p \cdot P_{\text{contratada},p} = \sum_{n=1}^{\text{periodos}} (TPA_p + MCF) \cdot P_{\text{contratada},p}$$

Ilustración 27: Fórmula cálculo facturación de la potencia (FPU)– fuente: Mercados Energéticos.

Donde P, es el término de potencia contratada y TPU_p es precio de la potencia, en €/kW y año, por período. El TPU es igual a la suma de los términos TPA y CCF. TPA es el peaje del término de potencia correspondiente a la tarifa de acceso contratada (2.0A), con periodo 1. El precio actual según el Boletín Oficial del Estado es de 38,043426 €/kW y año. Mientras que CCF representa los costes de comercialización, fijado por orden del Ministro de Energía, Turismo y Agenda Digital. El margen vigente es de 3,113 €/kW y año.

- Facturación de la energía (FEU):

$$FEU = \sum_{h=1}^{\text{horas/mes}} E p_h \cdot PE_h$$

Ilustración 28: Fórmula cálculo facturación de la energía (FEU)– fuente: Mercados Energéticos.

Donde E_{ph} es la energía consumida en cada hora y PE_h es el precio total de la energía en cada hora, publicado por el Operador del Sistema, que incluye: el peaje del término de energía correspondiente a la tarifa de acceso contratada 2.0A (0.044027 €/kWh) y el precio de la energía incluidas las pérdidas en el sistema (0,080157 €/kWh). En Iberdrola el total del término PE_h para la tarifa 2.0A es de 0,124184 €/kWh.

- Impuesto sobre electricidad: Este impuesto se calcula como el 5,1127% de la suma de la facturación de la potencia (FPU) más la factura de la electricidad (FEU).
- Alquiler de equipos de medida: En Iberdrola, el valor de este concepto es de 0,02663 €/día o 9,72 €/año
- IVA: Se trata del 21% de la suma de todos los conceptos anteriores.

6.1.2 Precio del Diésel.

El Diésel o Gasóleo es un tipo de combustible utilizado fundamentalmente para los motores Diésel y que posteriormente se puede utilizar para generar energía eléctrica. El Diésel según el buscador del diario EL PAIS, se encuentra en 1,2€/L en el municipio de Requena. El precio de este hidrocarburo será un factor importante a la hora de elegir una configuración u otra ya que puede hacer que el precio final cambie considerablemente.

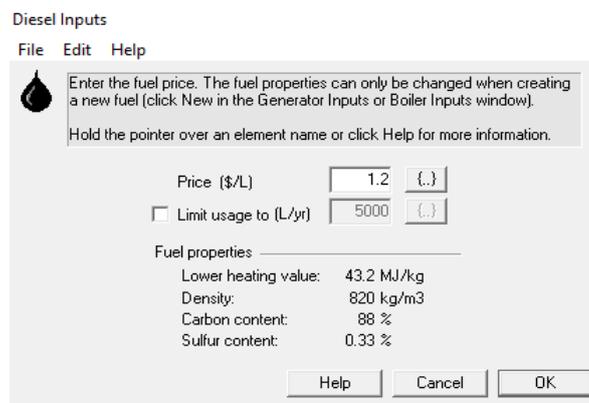


Ilustración 29: Precio del Diésel– fuente: HOMER.

6.1.3 Caracterización de los Recursos Energéticos.

Los recursos energéticos mencionados con anterioridad en el apartado de recursos disponibles son la radiación solar y el viento.

- Radiación Solar: Una vez introducidos los datos, podemos observar cómo se distribuye en las horas del día. De 9h a 15h es cuando mayor radiación incide.

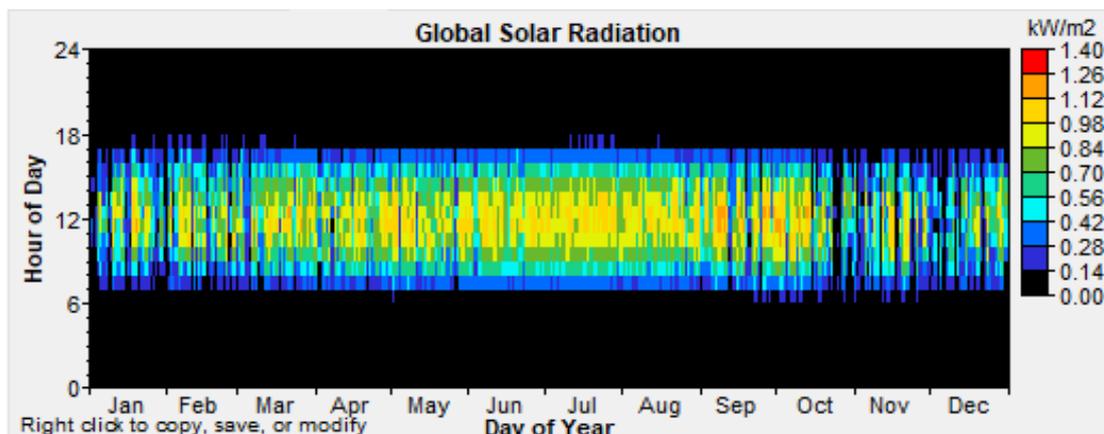


Ilustración 30: Radiación Solar Global– fuente: HOMER.

- Eólico: El coeficiente de Weibull es de 1.6, la información proviene de la empresa Enair.

6.1.4 Restricciones:

Debido a un tema de economía y de espacio, no es posible disponer de todos los recursos de manera ilimitada. Los elementos que se limitan son los siguientes:

- Número de paneles: 12
- Número de aerogeneradores: 3
- Número de generadores: 1
- Número de baterías: 5

6.1.5 Potencias eléctricas normalizadas:

Las compañías eléctricas establecen a la hora de conectarse a la red eléctrica unas potencias normalizadas para poder contratar. En el caso que nos concierne estaríamos hablando de los monofásicos de 230V.

INTENSIDAD (A)	MONOFÁSICOS		TRIFÁSICOS	
	220v	230v	3*220/380v	3*230/400V
1,5	0,330	0,3450	0,987	1,039
3	0,660	0,690	1,975	2,078
3,5	0,770	0,805	2,304	2,425
5	1,100	1,150	3,291	3,464
7,5	1,650	1,725	4,936	5,196
10	2,200	2,300	6,582	6,928
15	3,300	3,450	9,873	10,392
20	4,400	4,600	13,164	13,856
25	5,500	5,750	16,454	17,321
30	6,600	6,900	19,745	20,785
35	7,700	8,050	23,036	24,249
40	8,800	9,200	26,327	27,713
45	9,900	10,350	29,618	31,177
50	11,000	11,500	32,909	34,641
63	13,860	14,490	41,465	43,648

Tabla 13: Potencias Eléctricas Normalizadas – fuente: Iberdrola.

6.2 NORMATIVA ACTUAL.

En este apartado se va a resolver el análisis para la normativa actual, explicada ya en el apartado 5 del trabajo, suponiendo que haya acceso a la red de distribución, es decir, no está totalmente aislada y por lo tanto no puede haber autoconsumo puro. Bajo la normativa actual, se profundiza en cuál sería la mejor opción, si estar instalado solo en la red, o la utilización además de renovables.

6.2.1 Solo Red.

Con la configuración de solo red y teniendo en cuenta todas las consideraciones previas se obtienen los siguientes resultados:

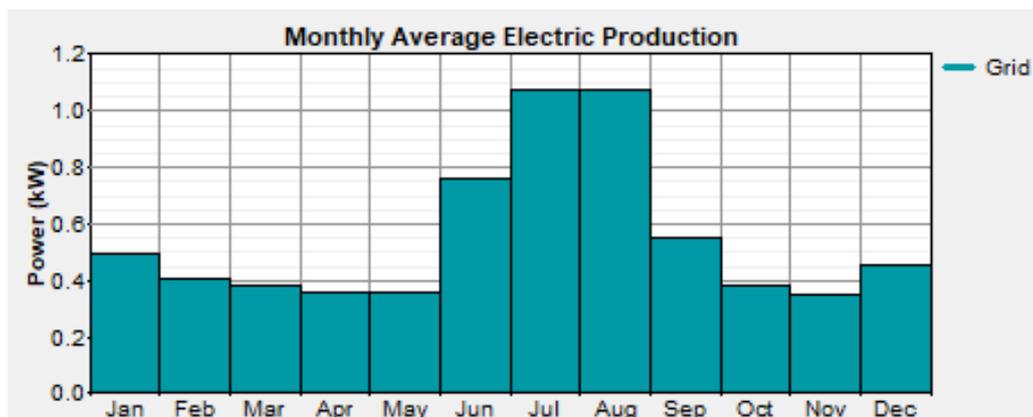


Ilustración 31: Producción Eléctrica Media Mensual Supuesto 1 – fuente: HOMER.

La instalación está constituida exclusivamente por la red por lo tanto produce 0% de energías renovables. La inversión inicial para este supuesto es de 0 € y el VAN (Valor Actual Neto) es de 19559 €. El coste anual neto al año es de 1002 €/año. Además, el precio del kWh de energía que se ha producido es de 0,206 €/kWh.

El 100% de la demanda en este supuesto es atendida y como era de suponer, por ninguna fuente renovable puesto que simplemente es abastecida por la red. Otra de las grandes ventajas de este supuesto es que el exceso de energía es nulo, puesto que toda la energía que se obtiene de la red es usada. Por la misma razón, tampoco se vierte electricidad a la red.

Para este caso, sería suficiente con tener una potencia contratada de 5,75 kW, de este modo, se asegura un abastecimiento adecuado capaz de atender grandes picos de consumo, incluyendo los que se producen en verano debido al aire acondicionado.

La ventaja de esta configuración es que es la más barata de todas las opciones, en la normativa actual, suponiendo que se tenga acceso a la red eléctrica.

Al estar simplemente conectados a la red eléctrica, la contaminación en este sentido también se ve reflejada. Por lo tanto, no se contribuye de ningún modo a una reducción de las emisiones de CO₂. Las emisiones de CO₂ son de 3080 kg/año.

Pollutant	Emissions
Carbon dioxide:	3,080 kg/yr
Carbon monoxide:	0 kg/yr
Unburned hydrocarbons:	0 kg/yr
Particulate matter:	0 kg/yr
Sulfur dioxide:	13.35 kg/yr
Nitrogen oxides:	6.53 kg/yr

Ilustración 32: Contaminación Supuesto 1 – fuente: HOMER.

6.2.2 Red y Renovables:

Si suponemos que es imprescindible para una familia comprometida con el medio ambiente, con los consumos de estas características, que al menos la mitad de la energía consumida y vertida proceda de fuentes renovables, el resultado sería el siguiente:

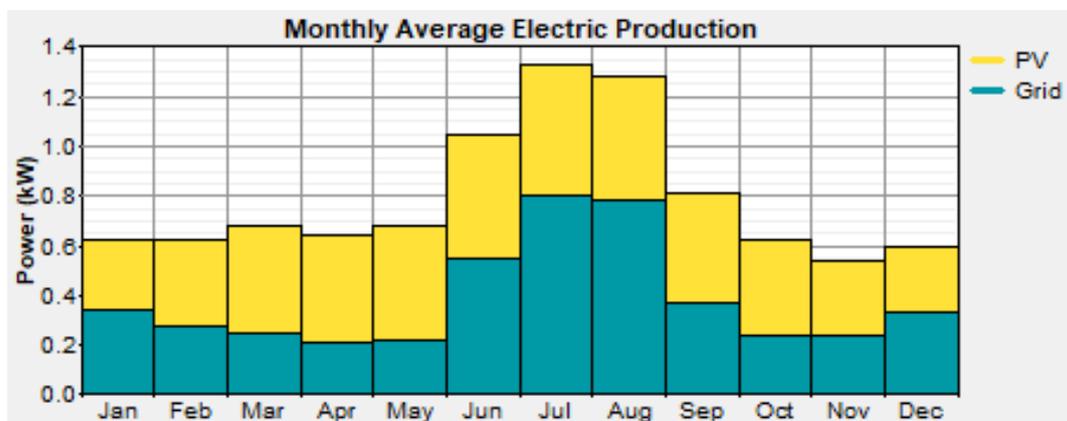


Ilustración 33: Producción Eléctrica Media Mensual Supuesto 2 – fuente: HOMER.

En este caso la instalación está formada por: la red, 10 paneles solares tipo SPM190-24 de 190W cada uno, un inversor tipo Galvo 1.5-1 y el regulador de carga. La inversión inicial para este segundo supuesto es de 3894€ y el VAN (Valor Actual Neto) es de 23763 €. El coste anual neto al año es de 1217 €/año. Además, el precio del kWh de energía que se ha producido es de 0,186 €/kWh.

El 100% de la demanda en este supuesto es atendida. La diferencia con el supuesto anterior es que la vivienda ya no está abastecida únicamente por la red, sino también por energías de tipo renovables proveniente de los paneles solares fotovoltaicos. Aun que cuando estaba solo la red, el exceso de energía era nula, en este caso el exceso de energía es solo 39,3kWh (1%); esto no supone un problema. Toda la energía que no es consumida en el chalé, durante las horas en las que funcionan los paneles, se vierte a la red, beneficiándola a esta a mejorar su suministro. Otro lugar donde se consuma energía podrá beneficiarse de esta energía. La energía vertida a la red es de 1670 kWh.

Para este caso, de nuevo sería conveniente una potencia contratada de 5,75 kW. Aun que sería lógico pensar que con paneles solares la potencia a contratar sería menor, esto no ocurre porque los picos más altos de energía en la vivienda se dan durante la noche en verano, que es cuando los paneles solares no funcionan (*Ilustración 35*). De este modo, se asegura un abastecimiento adecuado capaz de atender grandes picos de consumo.

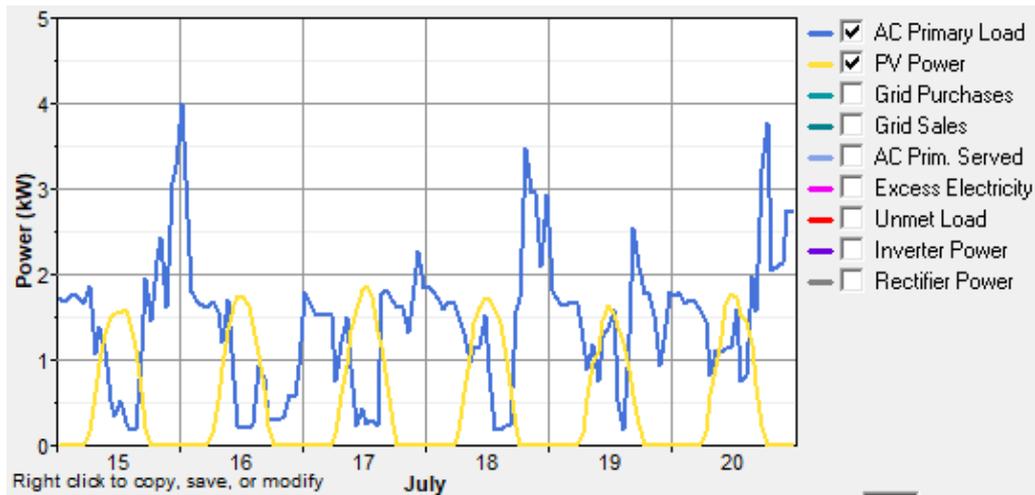


Ilustración 34: Potencia Consumos Verano y Potencia PV Supuesto 2 – fuente: HOMER.

La ventaja de esta configuración es que es la más barata de todas las opciones, en la normativa actual, suponiendo que se tenga acceso a la red eléctrica.

Al no estar simplemente conectados a la red eléctrica, esta configuración contribuye a la lucha contra la contaminación y por lo tanto a la reducción de emisiones de CO₂. A cambio se encarece la instalación. Por lo tanto, no se contribuye de ningún modo a una reducción de las emisiones de CO₂. Las emisiones de CO₂ son de 1085 kg/año, casi 1/3 del supuesto anterior.

Pollutant	Emissions
Carbon dioxide:	1,085 kg/yr
Carbon monoxide:	0 kg/yr
Unburned hydrocarbons:	0 kg/yr
Particulate matter:	0 kg/yr
Sulfur dioxide:	4.71 kg/yr
Nitrogen oxides:	2.3 kg/yr

Ilustración 35: Contaminación Supuesto 2 – fuente: HOMER.

Del total de energía producida por toda la instalación, el 51% son energías renovables y lo vertido a la red no tiene ninguna compensación económica en la normativa actual. Más adelante se verá como con el Balance Neto supone un cambio drástico que influirá en la configuración de la instalación y en el ahorro económico.

6.3 BALANCE NETO.

Para este apartado se tendrá en cuenta que la retribución por el vertido de electricidad a la red tendrá el mismo valor que el precio por el que lo cobran las compañías, es decir 0,124184 €/kWh. Lo que se pretende es ver con el posible cambio que habrá en la normativa, como podrá esto afectar a la configuración de una instalación para que ésta sea lo más rentable posible. Atendiendo a estos cambios, el resultado es el siguiente:

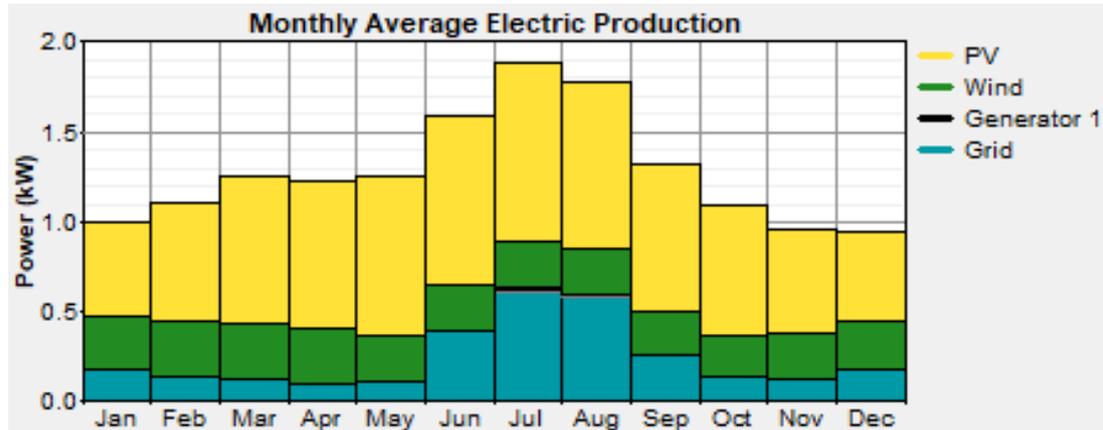


Ilustración 36: Producción Eléctrica Media Mensual Supuesto 3 – fuente: HOMER.

En este caso la instalación está formada por: la red, un aerogenerador tipo Bornay 600 de 600W, 12 paneles solares tipo SPM300-24 de 300W cada uno, el generador, un inversor tipo Galvo 2.5-1 y el regulador de carga. La inversión inicial para este segundo supuesto es de 10746€ y el VAN (Valor Actual Neto) es de 15047 €. El coste anual neto al año es de 771 €/año. Además, el precio del kWh de energía que se ha producido es muy inferior al de los otros dos casos, de 0,079 €/kWh.

El 100% de la demanda en este supuesto es atendida. La vivienda se abastece a través de la red eléctrica y también con energías de origen renovables tales como los paneles solares fotovoltaicos o el aerogenerador. Una novedad en esta configuración es que además se utiliza un generador Diésel. El exceso de energía es superior a las configuraciones anteriores, siendo de 623kWh (6%); esto no supone un gran problema todavía.

La energía que no es consumida en el chalé se vierte a la red, beneficiándola a esta a mejorar su suministro. A cambio, la red paga al propietario de la instalación por esta energía. La energía que ha sido vertida a red, en este caso, ha sido de 4940 kWh. Esto es lo que hace que la instalación sea mucho más rentable con Balance Neto antes que con la Normativa Actual ya que por toda esta energía vertida se percibe dinero. De hecho, el coste anual neto de la instalación se reduce en 231€ al año con respecto a la opción más barata con la Normativa Actual, lo que supondría una reducción neta en las facturas mensuales de casi 20€.

En esta instalación, al haber más potencia renovable y un generador que pueden utilizarse en las horas nocturnas, la potencia contratada es menor. Es suficiente con 3,45 kW. En el supuesto de Red + Renovables solo habían instalados paneles solares. Por eso la red tenía que suministrar una alta potencia en las horas nocturnas de verano cuando hay grandes picos de consumo. Sin embargo, en esta nueva configuración, por la noche continúa habiendo generación de energía eólica. En el caso en que sea insuficiente la eólica más la de la red; siempre se puede conectar el generador (Ilustración 38). De este modo, se asegura un abastecimiento adecuado capaz de atender a grandes picos de consumo.

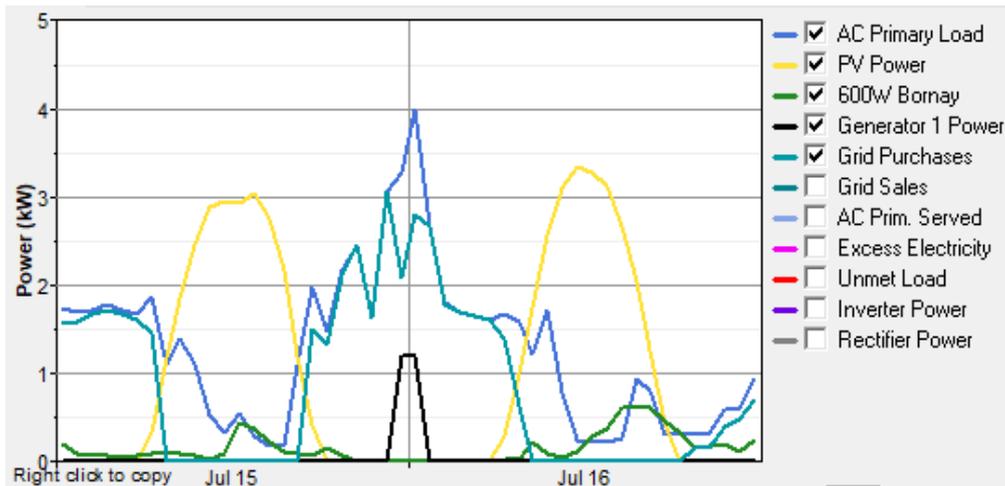


Ilustración 37: Potencia Consumo Verano, PV, Eólica y Generador Supuesto 3 – fuente: HOMER.

El generador se utiliza un total de 21h/año y el consumo de Diésel es de 13L/año. Las baterías no tienen sentido con este tipo de normativa ya que tienes que pagar para poder adquirirlas y la energía sobrante que se almacenaría en ellas, puede ser vertida a red percibiendo ingresos.

Solo con el cambio de normativa ya se hace notable un gran cambio en el coste de la instalación y sobre todo en el largo plazo.

Del total de energía producida (11282 kWh), el 81% son energías renovables. Se contribuye por lo tanto a la lucha por la contaminación. En este caso las emisiones de CO2 son de 351kg/año.

Pollutant	Emissions
Carbon dioxide:	351 kg/yr
Carbon monoxide:	0.0749 kg/yr
Unburned hydrocarbons:	0.00829 kg/yr
Particulate matter:	0.00564 kg/yr
Sulfur dioxide:	1.453 kg/yr
Nitrogen oxides:	1.349 kg/yr

Ilustración 38: Contaminación Supuesto 3 – fuente: HOMER.

6.4 AUTOCONSUMO PURO.

En este apartado, se va a hacer el análisis en el caso de que la vivienda esté totalmente aislada, es decir, no hay acceso a la red eléctrica salvo que se pague por el tendido eléctrico. También se exponen distintos casos de autoconsumo puro; uno en el que se cubre el 80% de la demanda de la vivienda y otro en el que se cubre el 100% de la demanda.

6.4.1 Autoconsumo puro 80%.

La configuración más económica para el autoconsumo puro cubriéndose una demanda del 80% es:

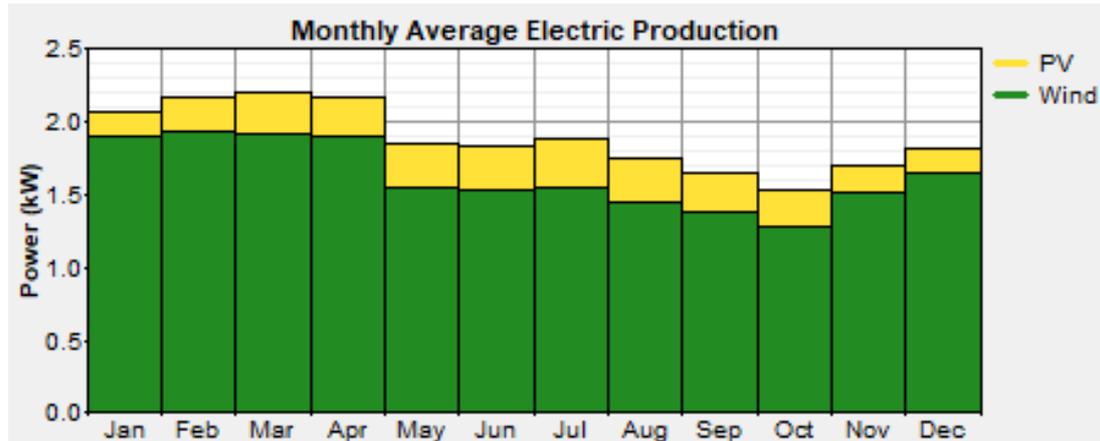


Ilustración 39: Producción Eléctrica Media Mensual Supuesto 4 – fuente: HOMER.

El siguiente caso, tiene los siguientes componentes en la instalación: La instalación está formada por: 2 aerogeneradores tipo Bornay 3000, de 3000W cada uno; 4 paneles solares tipo SPM300-24, de 300W cada uno; 5 baterías tipo 6 OPzS 600; un inversor tipo Galvo 2-1 y el regulador de carga. La inversión inicial para este supuesto es de 22003 € y el VAN (Valor Actual Neto) es de 57017 €. El coste anual neto al año es de 2920 €/año. En cuanto al precio del kWh de energía que se ha producido es muy superior al de los otros supuestos, de 0,705 €/kWh. Este, por lo tanto, es el primer inconveniente para esta instalación, que el precio es muy elevado.

El segundo inconveniente es que no se cubre el 100% de la demanda, sino el 85%. Es la primera configuración que no consigue abastecer el 100% de la vivienda. La vivienda no puede obtener energía de la red eléctrica puesto que no tiene acceso y tampoco de un generador por qué no tiene. Cuando las energías de origen renovable se agotan y las baterías se vacían, no es posible obtener energía de ningún sitio.

El tercero y gran inconveniente es el exceso de energía. Hasta ahora con los otros supuestos, esto no había sido un problema es superior a las configuraciones anteriores, siendo de 11769 kWh (71%). Con un 71% de electricidad en exceso, esta configuración se hace inviable. En este caso, al no tener acceso a la red eléctrica, toda la energía que no se consume no se puede verter y este es un gran problema. Además, es una energía por la que no se puede obtener ingresos.

Frente a este gran problema de exceso de energía se podría plantear la idea de utilizar baterías mucho más grandes, pero esto, para una simple vivienda se hace inviable económicamente,

Las baterías juegan un papel fundamental en las situaciones de Autoconsumo puro. Sin las baterías, no sería posible almacenar energía durante el día, para poder utilizarla durante las horas que no hay sol o el viento no es suficiente como para generar energía. Como se observa, el hecho de tener que utilizar tantas baterías es lo que hace que más se dispare el precio final.

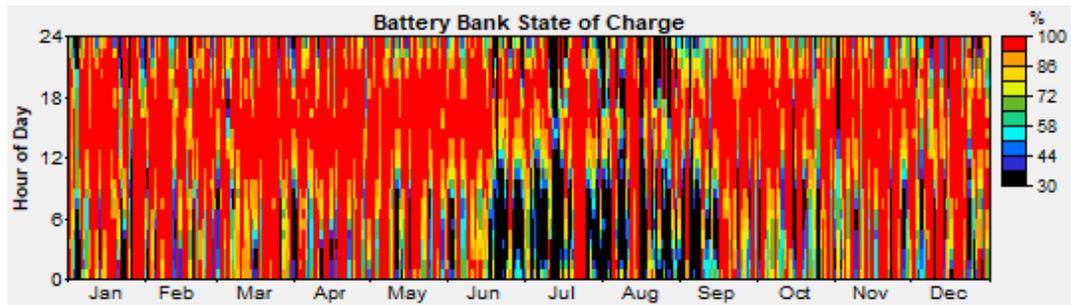


Ilustración 40: Estado de carga de las baterías Supuesto 4 – fuente: HOMER.

El vaciado de las baterías se observa que se da durante la noche y por la madrugada. Esto se hace de manera mucho más notable en los meses de verano, que es cuando hay un gran consumo de los aires acondicionados y por eso durante la noche se descargan las baterías.

Con esta configuración la fracción de energía renovable es del 100% ya que ni está conectada a la red ni se utiliza el generador Diésel. Esto hace que esta instalación sea la más limpia de todas las analizadas y su contaminación sea nula.

La energía más barata que se puede conseguir es con diferencia la de la red si se tiene acceso a ella. Por esta razón, el coste anual neto de la instalación (2920 €), aumenta en 1918€ al año con respecto a la opción más barata con la Normativa Actual, lo que supondría un incremento neto en las facturas mensuales de casi 160€. El incremento en el precio final, sin cubrir además el 100% de la demanda, da la medida de lo cara que puede salir la instalación de energías renovables si no se tiene acceso a la red.

Esta distribución es muy diferente a lo visto en las configuraciones anteriores debido a los 2 grandes aerogeneradores que tienen un gran peso en la generación de energía.

El gran problema de esta instalación estriba en que, al no estar conectada a red y no disponer de un generador Diésel, está expuesta a que los días nublados y sin viento no se pueda conseguir ningún tipo de energía. Además, para los días de verano se necesitan de grandes aerogeneradores, que por otro lado no acaban de cubrir la demanda, hacen que haya un gran exceso de energía y encarecen el precio final. Aunque en los meses normales, los días en los que habría apagones no son muchos y solo en horas puntuales, los meses de verano en los que se utiliza durante las noches también el aire acondicionado los apagones son diarios y a muchas horas del día, lo que haría totalmente inútil esta configuración.

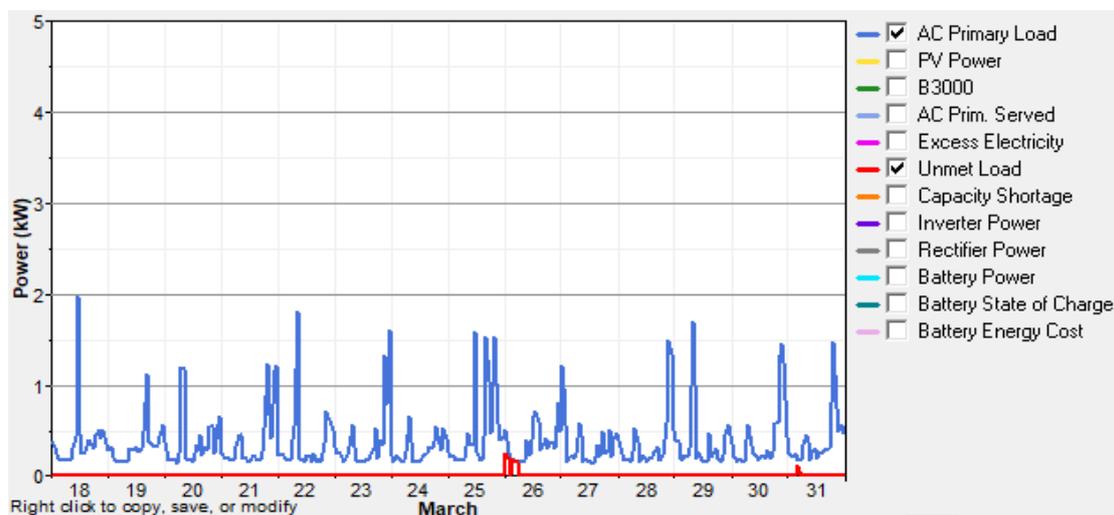


Ilustración 41: Potencia Demandada y Potencia Insatisfecha Mes Verano supuesto 4 – fuente: HOMER.

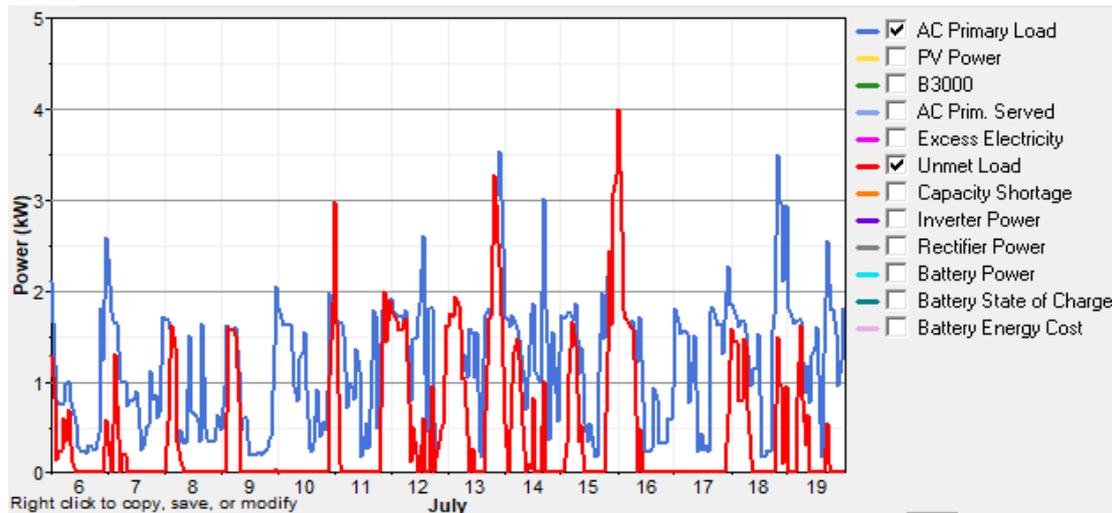


Ilustración 42: Potencia Demandada y Potencia Insatisfecha Mes Normal supuesto 4– fuente: HOMER.

En las ilustraciones 43 y 44, se puede ver como el exceso de electricidad se da a lo largo de todo el año. Pero es sobre todo en los meses en los que no está conectado el aire acondicionado cuando sobran cantidades ingentes de electricidad. Lo que se quiere hacer ver con esto es que cuando los consumos anuales son tan irregulares a lo largo del año en una vivienda, es muy complicado adaptar la instalación de Autoconsumo Puro a los consumos. Por eso las soluciones pasarían, por un lado, por instalar un generador Diésel, que le confiere al supuesto mucha más flexibilidad. Con el inconveniente de que se encarecería el precio y dejaría de ser 100% renovable. Por otro lado, y es lo más razonable, se debería adaptar el consumo a la instalación. Es decir, se ha tratado con los consumos de ser rígidos, pero esos gastos de aire acondicionado y a esas horas del día son los que hacen que después haya también tantos excesos. Para que se adaptara mejor, una solución sería hacerlo en casa absolutamente todo eléctrico; la cocina por ejemplo era un elemento que no se contemplaba en esta vivienda concreta; la calefacción, tampoco se contempla y haría que los consumos anuales fueran mucho más regulares; por ejemplo, tener un coche eléctrico.

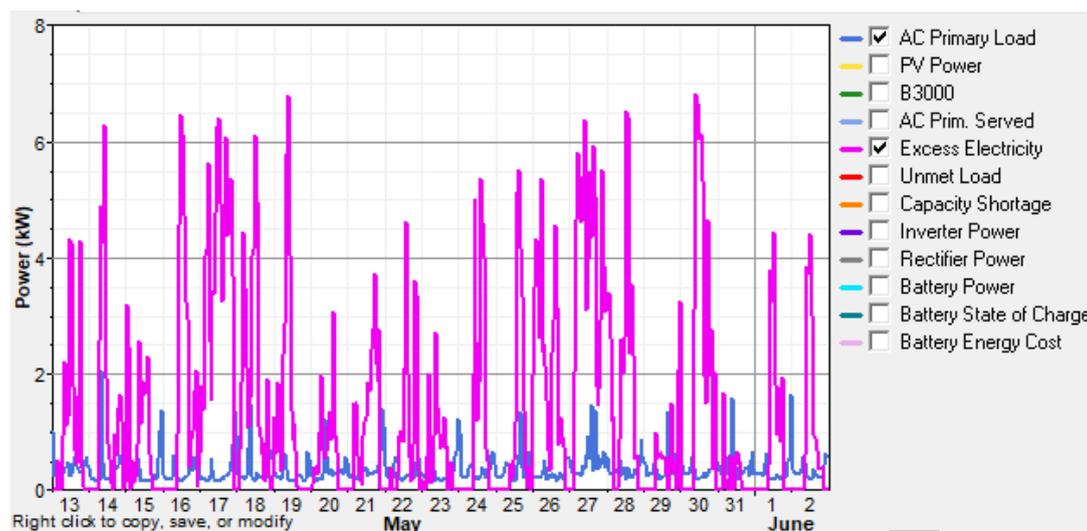


Ilustración 43: Potencia Demandada y Exceso de Potencia Mes Normal supuesto 4– fuente: HOMER.

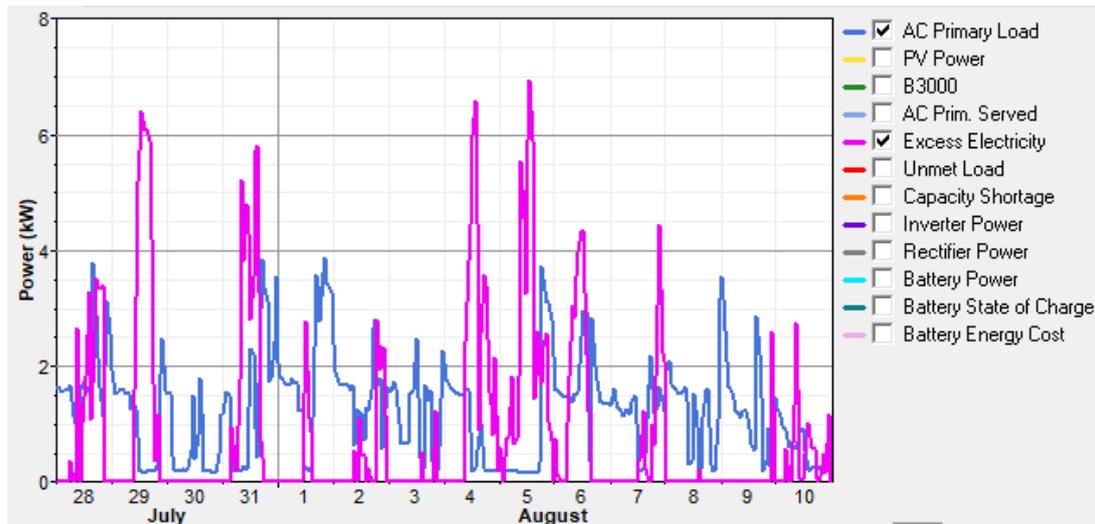


Ilustración 44: Potencia Demandada y Exceso de Potencia Mes Verano supuesto 4– fuente: HOMER.

6.4.2 Autoconsumo puro 100%.

La configuración más económica para el autoconsumo puro cubriéndose una demanda del 100% es:

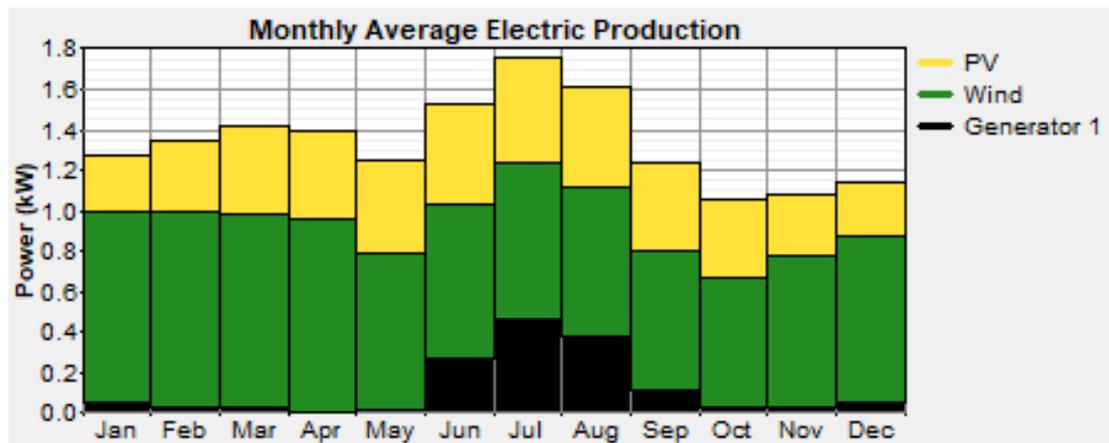


Ilustración 45: Producción Eléctrica Media Mensual Supuesto 5 – fuente: HOMER.

El siguiente caso, tiene los siguientes componentes en la instalación: 1 aerogeneradores tipo Bornay 3000, de 3000W; 10 paneles solares tipo SPM190-24, de 190W cada uno; 5 baterías tipo 6 OPzS 600; el generador de 4kW; un inversor tipo Galvo 2-1 y el regulador de carga. La inversión inicial para este segundo supuesto es de 17992 € y el VAN (Valor Actual Neto) es de 64286 €. El coste anual neto al año es de 3293 €/año. En cuanto al precio del kWh de energía, es inferior al Autoconsumo Puro 80%, siendo de 0,676 €/kWh. El precio total de la instalación es el más caro de todas las que se han visto, sin embargo, no lo es el precio del kWh.

La gran ventaja de esta instalación es que, estando totalmente aislada, es capaz de cubrir el 100% de la demanda. La vivienda no puede obtener energía de la red eléctrica como en el anterior caso porque no tiene acceso; pero si la puede obtener del generador Diésel que tiene instalado. Cuando las energías de origen renovable, como son el aerogenerador y los paneles solares, se agotan y las baterías se vacían, la energía que sea necesaria se puede obtener del generador Diésel; lo que asegura el abastecimiento en todo momento.

Hasta el momento, esta configuración permite, a diferencia del Autoconsumo Puro 80%, abastecer el 100% del consumo. Pero de nuevo, la instalación se topa con el inconveniente del exceso de energía. Aunque esta vez el exceso de energía es inferior a la configuración anterior, continúa siendo inadmisibles. El exceso de energía es de 6347 kWh (54%). Con un 54% de electricidad en exceso, esta configuración se hace inviable. Al igual que pasaba con el caso anterior, al no tener acceso a la red eléctrica, toda la energía que no se consume no se puede verter.

Frente a este gran problema de exceso de energía se podría plantear la idea, de nuevo, de utilizar baterías mucho más grandes, pero resultaría un gran desembolso económico.

Al igual que en el caso anterior, el hecho de tener que utilizar tantas baterías es lo que hace que más se dispare el precio final. De nuevo se comprueba que durante las horas nocturnas y sobre todo en verano, es cuando se vacían por completo las baterías que han ido almacenando energía a lo largo del día.

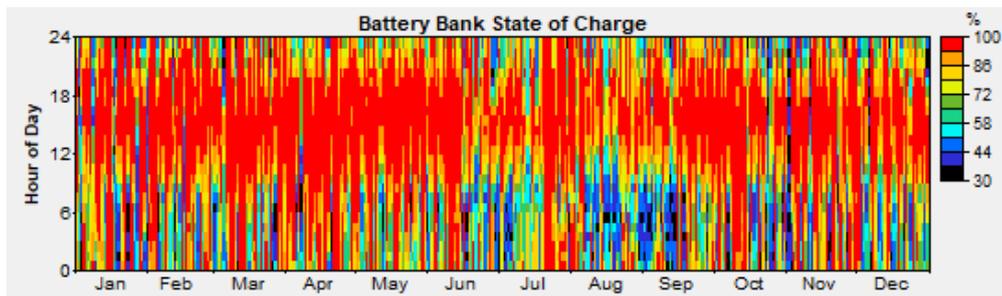


Ilustración 46: Estado de carga de las baterías Supuesto 5 – fuente: HOMER.

Con esta configuración la fracción de energía renovable es del 91%. Es un porcentaje bastante alto puesto que la instalación no está conectada a la red. Sin embargo, el dato de la contaminación indica que el gran uso que se hace del generador Diésel hace que las emisiones de CO₂ sea de las más altas, de 1349kg/año. El generador se utiliza un total de 725h/año y el consumo de Diésel es de 512L/año. De alguna manera contribuye a reducir las emisiones de CO₂, pero en menor medida que otras alternativas.

Pollutant	Emissions
Carbon dioxide:	1,349 kg/yr
Carbon monoxide:	3.33 kg/yr
Unburned hydrocarbons:	0.369 kg/yr
Particulate matter:	0.251 kg/yr
Sulfur dioxide:	2.71 kg/yr
Nitrogen oxides:	29.7 kg/yr

Ilustración 47: Contaminación Supuesto 5 – fuente: HOMER.

El coste anual neto de la instalación aumenta en 2291€ al año con respecto a la opción más barata con la Normativa Actual, lo que supondría un incremento neto en las facturas mensuales de unos 190€. El incremento en el precio final, independientemente de que cubra el 100% de la demanda, no puede competir con el acceso a la red eléctrica.

Esta distribución tiene un aerogenerador menos, pero tiene más potencia solar instalada. El gran problema de que, sin acceso a la red, aun disponiendo de un generador Diésel y baterías los excesos, como en el caso anterior, son muy grandes.

A diferencia de la configuración anterior, el generador Diésel toma protagonismo en la producción de energía y es lo que permite que se abastezca el 100% del consumo. Como se observa en la siguiente ilustración el generador solo se conecta en momentos puntuales durante los meses Normales y de manera más contundente en los meses de verano donde el consumo se eleva.

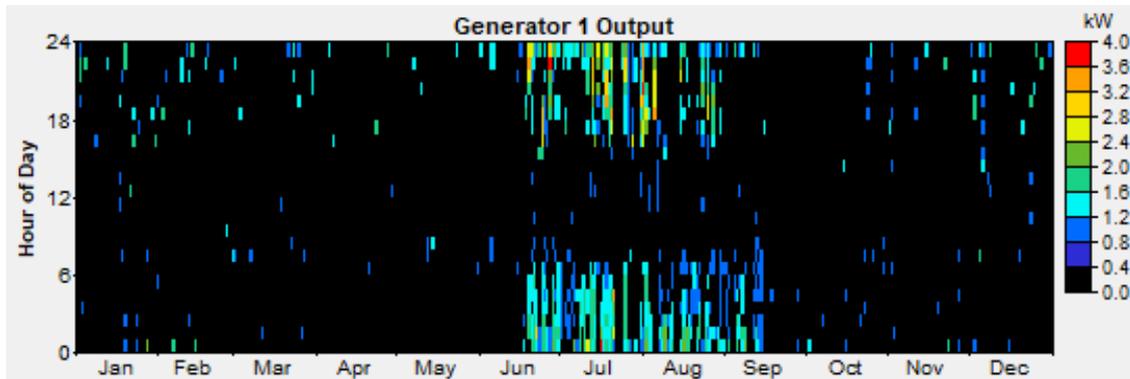


Ilustración 48: Potencia Generador Supuesto 5 – fuente: HOMER.

La gran ventaja de esta instalación respecto a la de Autoconsumo Puro 80% reside en que, al disponer de un generador Diésel, este permite cubrir los consumos nocturnos en su totalidad. Además, independientemente del clima y las condiciones meteorológicas se puede abastecer el consumo durante todo el día incluso en verano con el aire acondicionado. El resultado es que se dejan de producir apagones durante todo el año.

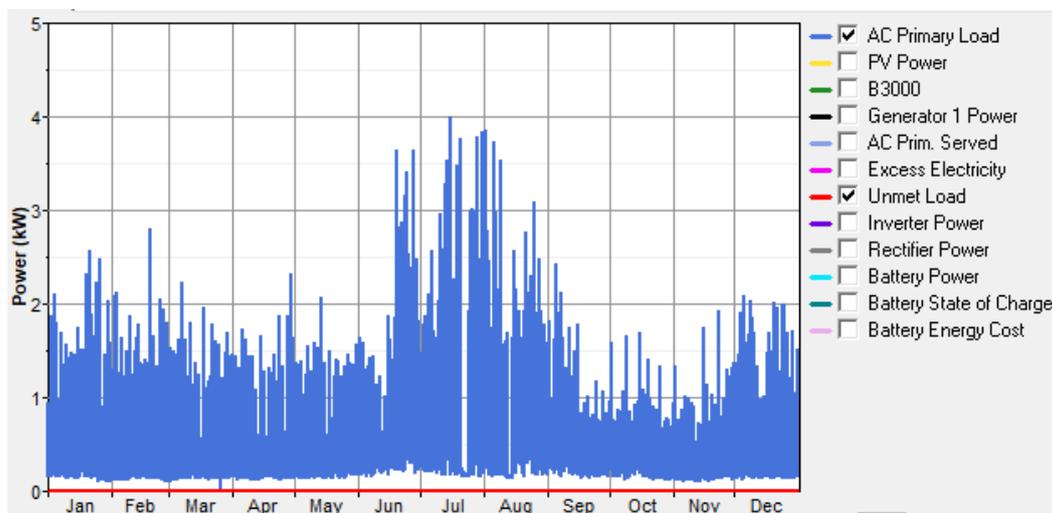


Ilustración 49: Potencia Demandada y Potencia Insatisfecha supuesto 5 – fuente: HOMER.

En las ilustraciones 51 y 52, se puede ver, como en el caso anterior, como el exceso de electricidad se da a lo largo de todo el año. La diferencia con el caso anterior es que el Diésel otorga cierta flexibilidad a la producción de energía, y por eso los excesos no son tan grandes. En definitiva, no sobra tanta energía solar y eólica como antes. De nuevo en los meses en los que no está conectado el aire acondicionado el exceso de electricidad se hace notar más. Los consumos anuales son los mismos en todos los casos y es lo que hace que cada vez que se pretenda hacer Autoconsumo Puro, haya unos excesos inadmisibles. Se debe por lo tanto adaptar el consumo a la instalación en este caso, de manera que sea más regular. No basta con instalar un generador Diésel, sino que además se debe adaptar el consumo a la instalación, de lo contrario la demanda y la forma de abastecer a la vivienda es muy rígida.

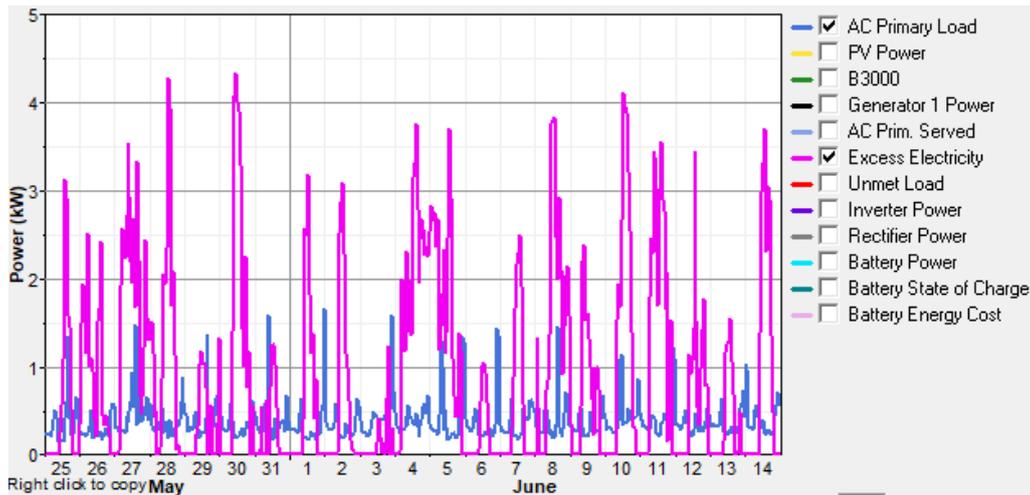


Ilustración 50: Potencia Demandada y Exceso de Potencia Mes Normal supuesto 5– fuente: HOMER.

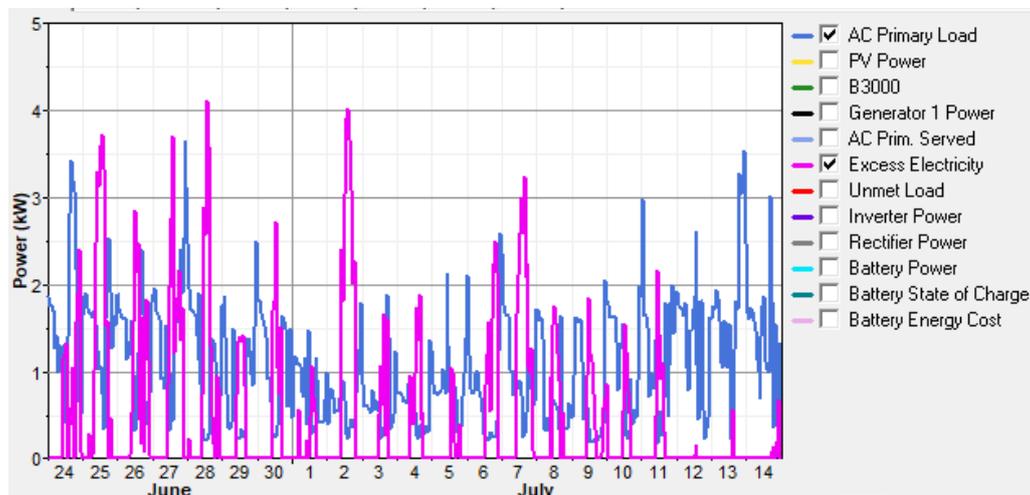


Ilustración 51: Potencia Demandada y Exceso de Potencia Mes Verano supuesto 5– fuente: HOMER.

6.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS:

El resumen de los resultados obtenidos, se recogen en la siguiente tabla:

SUPUESTO	Inv-In	VAN	COE	CO2	% Ren	Dem-Cub	Exceso
Solo Red	0 €	19.559 €	0,206 €	3080 kg/año	0%	100%	0%
Red y Renovables	3.894 €	23.763 €	0,186 €	1085 kg/año	51%	100%	1%
Balance Neto	10.746 €	15.047 €	0,079 €	351 kg/año	81%	100%	6%
Auto-Puro 80%	22.003 €	57.017 €	0,705 €	0 kg/año	100%	85%	71%
Auto-Puro 100%	17.992 €	64.286 €	0,676 €	1349 kg/año	91%	100%	54%

Tabla 14: Tabla Resumen Análisis de Resultados - fuente: propia.

Inv-In= Inversión Inicial.

VAN= Valor Actual Neto.

COE= Precio del kWh.

CO2= Emisiones de CO2.

% Ren= Porcentaje Renovables.

Dem-Cub= Demanda cubierta.

Exceso= Exceso de Energía

Los datos más importantes de cada supuesto se ven reflejados en la tabla 14. De ella podemos observar que cuando se trata de Autoconsumo Puro, los precios se disparan; tanto de la inversión inicial, como del VAR, y el precio del kWh. Los excesos energéticos en estos escenarios son tremendamente grandes, por que son incapaces de adaptarse de manera adecuada a los consumos. Por lo tanto, una vivienda de estas características debe adaptarse a la capacidad de la instalación. En los supuestos de Autoconsumo Puro también se ve reflejado que el % de renovables es mayor y contribuyen a reducir las emisiones de CO2.

En todos los supuestos en los que existe la red, la vivienda está totalmente abastecida, además independientemente de la normativa, se pueden combinar con energías renovables que reducen las emisiones de CO2 y si encima es Balance Neto el VAN se reduce considerablemente.

La opción que se observa que más contamina es la de Solo Red, ya que no se utiliza ningún tipo de energía renovable.

En la siguiente tabla se pueden apreciar cuales son las ventajas e inconvenientes más importantes en cada supuesto:

SUPUESTO	Ventajas	Inconvenientes
Solo Red	Demanda cubierta; VAN bajo; Inv-In 0; Sin excesos	Alto CO2
Red y Renovables	Demanda cubierta; Utiliza Renovables; COE bajo; CO; Excesos bajos	VAN alto
Balance Neto	Demanda cubierta; Utiliza muchas Renovables; COE bajo; CO2 bajo; VAN bajo	Inversión Inicial Alta
Auto-Puro 80%	100% Renovable; CO2 nulo	Alto VAN; Alto COE; Alta Inv-Ini; Demanda no cubierta; Exceso Energético muy alto
Auto-Puro 100%	91% Renovable; Demanda cubierta	Alto VAN; Alto COE; Alta Inv-Ini; Exceso Energético alto

Tabla 15: Ventajas e Inconvenientes Supuestos - fuente: propia.

Por lo tanto, como se puede comprobar la opción más interesante desde el punto de vista del consumidor es la de Balance Neto, es la que más ventajas tiene en todos los sentidos, salvo en la inversión inicial y que no es 100% renovable. Pero aun así en el largo plazo, apenas contamina y la inversión se amortiza.

Actualmente el Balance Neto no está en vigor, pero se espera que en los próximos años se normalice por que es la opción más interesante para los usuarios y el medio ambiente. Por eso con la normativa actual, lo que más beneficioso saldría económicamente sería simplemente estar conectado a la red eléctrica.

7 CONCLUSIÓN.

El problema de este proyecto es la necesidad de una vivienda situada en Requena (España) de abastecerse eléctricamente.

Por lo tanto, el objetivo desde el principio ha consistido en averiguar cuál es el sistema híbrido renovable o la manera de abastecer más conveniente para una vivienda, con unos consumos muy particulares situada en una zona concreta.

Lo primero que ha sido necesario es caracterizar la zona aislada, es decir, hacer un estudio detallado de la zona. Donde está situado exactamente en el mapa, por qué normativas se rige, como ha ido evolucionando la zona y el clima etc.

Más adelante se hizo un perfil energético de la vivienda. Es necesario conocer como son los consumos, para poder entender como debe ser la instalación que los abastece. Esto incluye la obtención de las curvas de carga de todo el año y el posterior análisis de la forma de estas, análisis de los consumos y análisis de los costes entre otros. Se pudo comprobar desde el principio que la vivienda tiene unos consumos muy particulares y que sería complicado desde el principio buscar alternativas válidas.

Para poder comenzar a estudiar las alternativas, primero era necesario conocer cuáles eran los recursos energéticos de la zona. Esto nos daría una idea de que tecnologías se podrían utilizar. Se llegó a la conclusión de que las fuentes de energía procedente de la radiación solar, así como del viento eran muy válidas en esta zona de Requena.

El siguiente paso fue estudiar cuales eran las tecnologías disponibles en la zona, sus características y su coste. Se hizo un estudio minucioso de las distintas alternativas para cada tecnología, teniendo en cuenta, una diversidad de tamaños y precios que más adelante hicieran flexible el análisis técnico-económico. La búsqueda se hizo para aerogeneradores, paneles solares fotovoltaicos, baterías, inversores, generadores y reguladores de carga.

A continuación, se hizo un estudio del contexto y la normativa actuales. Este fue de los pasos más importantes en el proyecto, por que brinda la oportunidad de ver en diferentes contextos y situaciones cuales podrían ser las posibilidades ante el abastecimiento de una vivienda y que es lo que más le podría interesar al usuario. No es lo mismo la normativa actual, que el balance neto que se lleva a cabo en otros lugares y que es posible que pronto entre en vigor en España. Esto también da la visión de saber que normativa es la que conviene al usuario y por qué. También enseña de que manera puede llegar a incentivar el uso de las energías renovables con un cambio de normativa.

A partir de los diferentes supuestos en la normativa y el contexto, junto con el análisis del perfil energético, es estudio de los recursos energéticos y de que tecnología se dispone, se procedió a hacer un análisis técnico-económico.

El análisis, por lo tanto, iba a estar planteado en diferentes supuestos. Primero se iba a realizar el análisis a partir de la normativa actual; por un lado, el coste que suponía para la vivienda estar simplemente conectado a la red; por otro lado, la alternativa en la normativa actual de instalar tecnología renovable en la vivienda, como salía de precio y que beneficios aportaba.

Mirando de cara al futuro lo siguiente que se planteó fue el Balance Neto. Percibir ingresos por energía sobrante que no se consume a partir de energías renovables parecía una buena idea. Efectivamente resultaba ser la mejor idea, puesto que aun que era necesaria una inversión inicial, esta enseguida era amortizada y además se contribuía a apoyar la pugna contra las emisiones de CO₂.

El tercer y último escenario es el de Autoconsumo Puro. Según el tipo de consumos de las viviendas, esta alternativa, puede resultar rentable en ocasiones. Pero para eso se deben dar algunos requisitos. No era el caso de los consumos de la vivienda estudiada. Como se ha dicho los consumos eran muy particulares y debido a la irregularidad de estos consumos, se llegaba a la conclusión que este escenario era un sinsentido para esta vivienda. Los grandes picos que se producían a lo largo del verano por el consumo

estrella, que es el aire acondicionado, hacían inviable ningún tipo de instalación aislada que se adaptara a los consumos de todo el año sin un exceso enorme de energía. La única alternativa era que la vivienda cambiara la forma de la carga, es decir, los consumos de manera que fueran más uniformes, o el resto de los consumos no eléctricos, como puedan ser los vehículos o la calefacción, pasaran a serlo.

El Balance Neto es la alternativa más interesante desde el punto de vista de los usuarios. Añadir que el cambio de normativa es necesario en un país desarrollado como lo es España, con sus características climatológicas y que además esto favorecería a muchos usuarios y por supuesto al medio ambiente.

8 BIBLIOGRAFÍA.

- José Roger Folch, Carlos Roldán “Tecnología eléctrica” 3ª Edición (2010)
- Red Eléctrica de España - Proyecto Indel “Atlas de la demanda eléctrica española”
- Rómulo Parra J. “Construir viviendas en suelo rural en la Comunidad Valenciana”:
<http://icasasecológicas.com/construir-viviendas-en-suelo-rural-comunidad-valenciana/>
- Catastro Virtual:
<https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVConCiud.aspx?del=46&mun=215&UrbRus=R&RefC=46215A036004610000QE&Apenom=&esBice=&RCBice1=&RCBice2=&DenoBice=&from=OVCListaBienes>
- Plan General de Requena - Normas Urbanísticas:
http://urbanismo.requena.es/pgou/caja_2_ordenacion_documentacion_escrita/3_normas_urbanisticas/NNUU_Tomo%20IyII_1303.pdf
- Energía eólica datos sobre Utiel:
<https://es.climate-data.org/location/15033/>
<https://datosclima.es/Aemet2013/Vientostad2013.php>
<https://www.windfinder.com/windstatistics/utiel>
- Población en Requena:
http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981
- IDAE: Análisis del consumo energético del sector residencial en España:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_SPAHOUSESEC_ACC_f68291a3.pdf
- Estudios de instalaciones de autoconsumo del sector residencial:
<https://es.slideshare.net/robvaler/arribas-v3>
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>
- IDAE: Análisis del consumo energético del sector residencial en España:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_SPAHOUSESEC_ACC_f68291a3.pdf
- Estudios de instalaciones de autoconsumo del sector residencial:
<https://es.slideshare.net/robvaler/arribas-v3>
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>
- Aerogeneradores:
<https://twenergy.com/a/aerogeneradores-que-son-y-como-funcionan-375>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador>

- Tarifas Aerogeneradores:
<https://www.solostocks.com/venta-productos/generadores/aerogeneradores/bornay-600-w-12v-2-palas-con-regulador-digital-6032301>
- Mantenimiento y operación aerogeneradores:
<http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/econ/oandm.htm>
- Paneles Solares Fotovoltaicos:
<https://bester.energy/blog/autoconsumo-fotovoltaico-domestico-componentes-y-tipos/>
- Baterías:
https://es.wikipedia.org/wiki/Batería_eléctrica
- Tarifas de Baterías:
<https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-hoppecke-8-opzs-800-12v-1200ah-en-c100.html>
<https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-hoppecke-6-opzs-600-12v-900ah-en-c100.html>
<https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-hoppecke-10-opzs-1000-12v-1500ah-en-c100.html>
- Tarifa y ficha técnica Inversores:
<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-fronius-galvo-15-1-15kw>
- Generadores:
<https://genesalenergy.com/>
- Impuesto al sol:
<https://www.ecoticias.com/energias-renovables/185847/Espana-tiene-esplendido-presente-futuro-energias-renovables>
<http://solartradex.com/blog/10-claves-para-entender-el-real-decreto-de-autoconsumo/>
<https://www.renovablesverdes.com/impuesto-al-sol/>
- Iberdrola Jornada - Innpulsa: "Normativa y tramitación de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico"
- IDAE - Plan de Energías Renovables 2011-2020:
<http://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/plan-de-energias-renovables-2011-2020>
- Mercados Energéticos - Tema 9 Facturación de la electricidad - Tarificación: Grado de Ingeniería de la Energía.
- Lucía Dólera: UNEF - "Análisis del RD 900/2015 de Autoconsumo"

- Normativa Fotovoltaica en España:

<https://es.krannich-solar.com/es/autoconsumo/normativa-fotovoltaica.html>

- Programa Informático-Software HOMER

- Estudio Proyecto híbrido Bornay Ignacio:

<https://www.bornay.com/es/bplanner/report/39919f0c449cd71fc2721f4170441032>

PRESUPUESTO

9 PRESUPUESTO.

La última parte del trabajo corresponde al presupuesto, en el que se ha valorado el trabajo y estudio hechos en el transcurso del proyecto.

Consideraciones Previas:

- Ingeniero/a Industrial= 65 €/h
- Graduado/a Industrial= 27 €/h
- Costes directos complementarios= 3%
- Gastos Generales= 13%
- IVA= 21%

V - Presupuesto

Presupuesto

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AISLADA

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	H	Reunión Informativa			
		Total h :	4,000	94,76	379,04
1.2	H	Busqueda Información de la Zona Aislada(Requena)			
		Total h :	24,000	27,81	667,44
1.3	H	Redacción y Edición del Documento			
		Total h :	24,000	27,81	667,44
Parcial N° 1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AISLADA :					1.713,92

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo Nº 2 CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DEL PERFIL ENERGÉTICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
2.1	H	Reunión Informativa				
			Total h :	4,000	94,76	379,04
2.2	H	Análisis de los Consumos				
			Total h :	40,000	27,81	1.112,40
2.3	H	Redacción y Edición del Documento				
			Total h :	26,000	27,81	723,06
Parcial Nº 2 CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DEL PERFIL ENERGÉTICO :					<u>2.214,50</u>	

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	H	Reunión Informativa			
			Total h :	2,000	94,76
3.2	H	Estudio y búsqueda de información de los Recursos Energéticos			
			Total h :	20,000	27,81
3.3	H	Redacción y Edición del Documento			
			Total h :	6,000	27,81
Parcial N° 3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS :					912,58

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 4 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	H	Reunión Informativa			
		Total h :	4,000	94,76	379,04
4.2	H	Estudio y búsqueda de información de la Tecnología en la Zona			
		Total h :	24,000	27,81	667,44
4.3	H	Redacción y Edición de la Documentación			
		Total h :	6,000	27,81	166,86
Parcial N° 4 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE :					1.213,34

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 5 ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.1	H	Reunión Informativa				
			Total h :	4,000	94,76	379,04
5.2	H	Estudio y búsqueda de información del Contexto y Normativa actuales				
			Total h :	32,000	27,81	889,92
5.3	H	Redacción y Edición de la Documentación				
			Total h :	8,000	27,81	222,48
Parcial N° 5 ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA :					<u>1.491,44</u>	

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 6 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	H	Reunión Informativa			
		Total h :	4,000	94,76	379,04
6.2	H	Busqueda de Información para el Análisis Técnico-Económico			
		Total h :	6,000	27,81	166,86
6.3	H	Análisis mediante Software HOMER			
		Total h :	24,000	27,81	667,44
6.4	H	Estudio Análisis Técnico-Económico			
		Total h :	18,000	27,81	500,58
6.5	H	Redacción y Edición de la Documentación			
		Total h :	16,000	27,81	444,96
Parcial N° 6 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO :					2.158,88

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Capítulo N° 7 CONFIGURACIÓN FINAL DEL TRABAJO

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	H	Redacción de la Conclusión			
			Total h :	2,000	27,81
					55,62
7.2	H	Realización del Presupuesto			
			Total h :	4,000	27,81
					111,24
7.3	H	Reunión Final de Presentación de Resultados			
			Total h :	2,000	94,76
					189,52
Parcial N° 7 CONFIGURACIÓN FINAL DEL TRABAJO :					356,38

Proyecto: Presupuesto
Promotor:
Situación:

V Presupuesto

Presupuesto de ejecución material

1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AISLADA	1.713,92
2 CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DEL PERFIL ENERGÉTICO	2.214,50
3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS	912,58
4 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE	1.213,34
5 ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA	1.491,44
6 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	2.158,88
7 CONFIGURACIÓN FINAL DEL TRABAJO	356,38
Total	10.061,04

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIEZ MIL SESENTA Y UN EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución material	10.061,04 €
Gastos Generales -- 13%	1.307,94 €
Presupuesto de ejecución por contrata	11.368,99 €
IVA - 21%	2.387,49 €
Presupuesto base de licitación	13.756,48 €

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de TRECE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AISLADA

Código	Ud	Descripción		Total
1.1	h	Reunion Informativa TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
				<hr/>
			Precio total por h	94,76 €
1.2	h	Busqueda Información de la Zona Aislada(Requena)		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				<hr/>
			Precio total por h	27,81 €
1.3	h	Redacción y Edición del Documento		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				<hr/>
			Precio total por h	27,81 €

2 CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DEL PERFIL ENERGÉTICO

Código	Ud	Descripción		Total
2.1	h	Reunión Informativa TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
				94,76 €
		Precio total por h		94,76 €
2.2	h	Análisis de los Consumos		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		27,81 €
2.3	h	Redacción y Edición del Documento		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		27,81 €

3 ESTUDIO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

Código	Ud	Descripción		Total
3.1	h	Reunión Informativa TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
				94,76 €
		Precio total por h		94,76 €
3.2	h	Estudio Recursos Energéticos		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		27,81 €
3.3	h	Redacción y Edición del Documento		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		27,81 €

4 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE

Código	Ud	Descripción		Total
4.1	h	Reunión Informativa TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
				94,76 €
		Precio total por h		
4.2	h	Estudio y búsqueda de información del Contexto y Normativa actuales		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		
4.3	h	Redacción y Edición de la Documentación		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		

5 ESTUDIO DEL CONTEXTO Y LA NORMATIVA

Código	Ud	Descripción		Total
5.1	h			
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
				94,76 €
		Precio total por h		
5.2	h	Estudio y búsqueda de información del Contexto y Normativa actuales		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		
5.3	h	Redacción y Edición del Documento		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
				27,81 €
		Precio total por h		

6 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Código	Ud	Descripción		Total
6.1	h	Reunión Informativa TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
			Precio total por h	94,76 €
6.2	h	Busqueda de Información para el Análisis Técnico-Económico		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €
6.3	h	Análisis mediante Software HOMER		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €
6.4	h	Análisis Técnico-Económico		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €
6.5	h	Redacción y Edición de la Documentación		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €

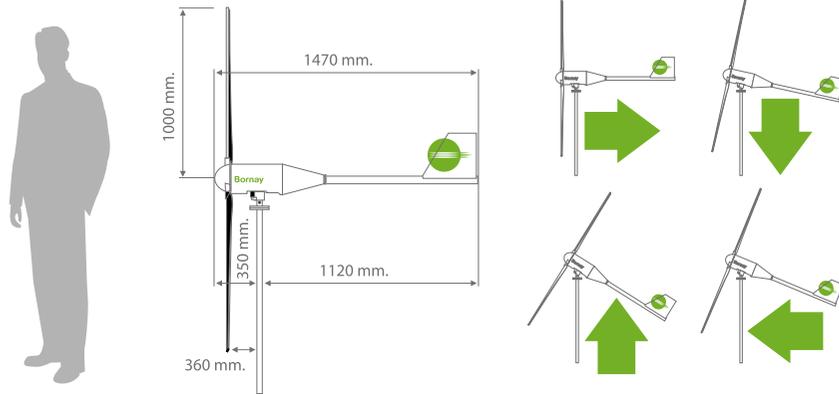
7 CONFIGURACIÓN FINAL DEL TRABAJO

Código	Ud	Descripción		Total
7.1	h	Redacción de la Conclusión		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €
7.2	h	Realización del Presupuesto		
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	27,000 €	0,81 €
			Precio total por h	27,81 €
7.3	h	Reunión Final TFG		
	1,000 h	Ingeniero/a Industrial	65,000 €	65,00 €
	1,000 h	Graduado/a Industrial	27,000 €	27,00 €
	3,000 %	Costes directos complementarios	92,000 €	2,76 €
			Precio total por h	94,76 €

ANEXOS



AEROGENERADORES / BORNAY 600





Número de hélices	2
Diámetro	2 m
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Ferrita
Potencia nominal	600 W
Voltaje	12, 24, 48 v
RPM	@ 1000
Regulador (en caso de aislada)	12v 60 Amp 24v 30 Amp 48v 15 Amp

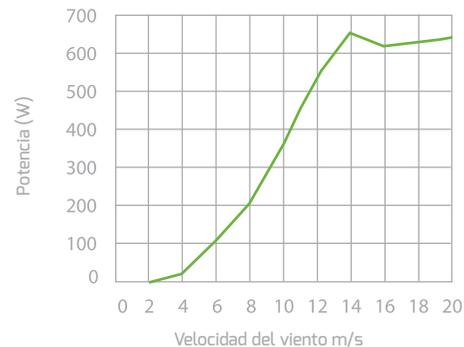
Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	11 m/s
Para frenado automático	13 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s

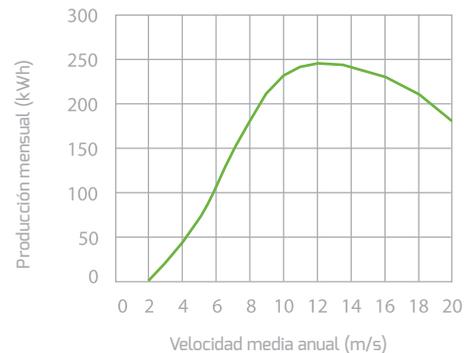
Características físicas

Peso aerogenerador	38 kg
Peso regulador	7 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 55 Kg
Dimensiones - peso	104 x 27 x 7 cm - 4,7 Kg
Total	0,22 m ³ - 59,7 Kg
Garantía	3 años

Curva de potencia

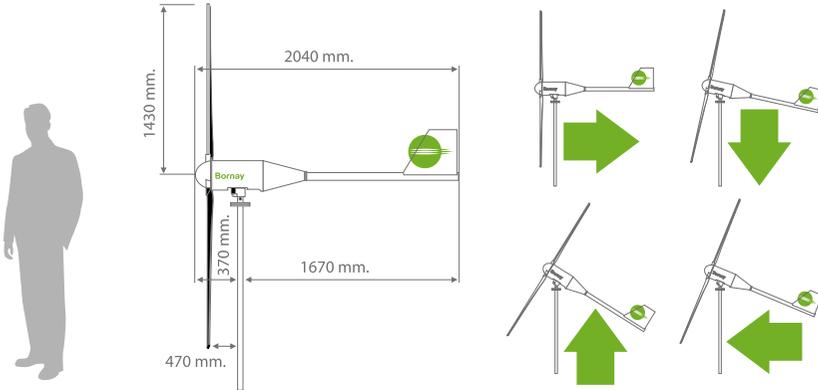


Energía





AEROGENERADORES / BORNAY 1500





Número de hélices	2
Diámetro	2,86 m
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	1500 W
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 700
Regulador (en caso de aislada)	24v 80 Amp 48v 40 Amp
Inversor (en caso de conexión a red)	Aeocon + Resistencia

Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s

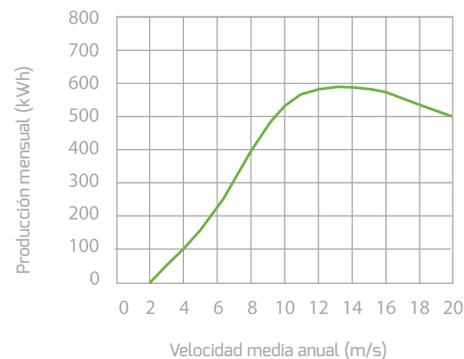
Características físicas

Peso aerogenerador	41 kg
Peso regulador	8 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 57 Kg
Dimensiones - peso	153 x 27 x 7 cm - 6,8 Kg
Total	0,23 m ³ - 61,8 Kg
Garantía	3 años

Curva de potencia

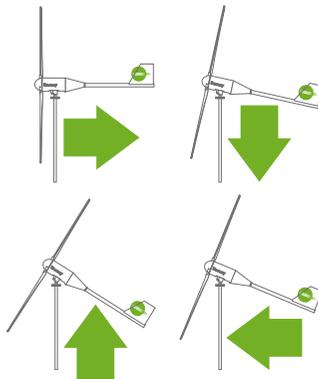
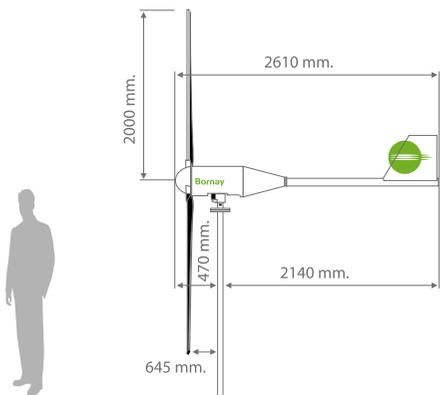


Energía





AEROGENERADORES / BORNAY 3000





Número de hélices	2
Diámetro	4 m
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	3000 W
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 500
Regulador (en caso de aislada)	24v 150 Amp 48v 75 Amp
Inversor (en caso de conexión a red)	Aeocon + Resistencia

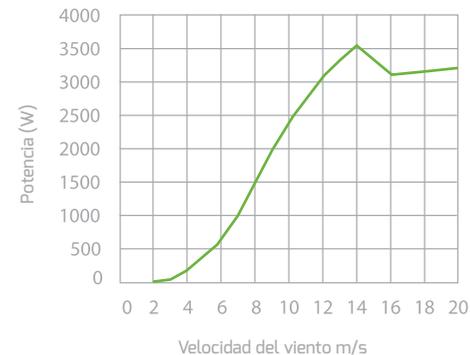
Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s

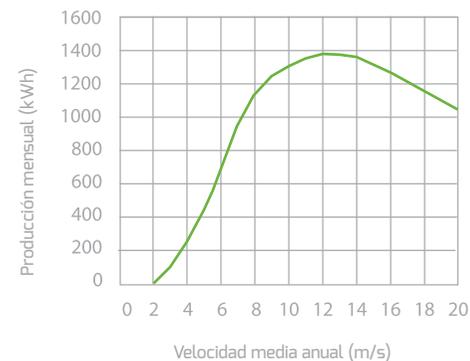
Características físicas

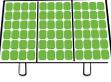
Peso aerogenerador	93 kg
Peso regulador	14 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 135 Kg
Dimensiones - peso	220 x 40 x 15 cm - 19 Kg
Total	0,90 m ³ - 154 Kg
Garantía	3 años

Curva de potencia



Energía





SPM131-12	SPM190-24	SPM300-24
36	72	72
Monocrystalina	Monocrystalina	Monocrystalina
1000 v	1000 v	1000 v
130 Wp	190 Wp	300 Wp
+/- 3%	+/- 3%	+/- 3%
18,00 v	36,00 v	36,00 v
21,40 v	43,20 v	45,50 v
7,23 A	5,44 A	8,06 A
8,03 A	5,98 A	8,56 A
- 0,34% / K	- 0,34% / K	- 0,34% / K
0,037% / K	0,037% / K	0,037% / K
-0,48% / K	-0,48% / K	-0,48% / K
-40 a + 85 °C	-40 a + 85 °C	-40 a + 85 °C
110 x 808 x 35	1580 x 808 x 35	1956 x 992 x 50
11,5 Kg	14,5 Kg	23,5 Kg
Caja de conexiones con diodos bypass		
900 mm	900 mm	1000 mm
MC4	MC4	MC4

Del producto: 2 años contra defectos de fabricación. De producción: 90% durante 10 años. 80% durante 25 años.

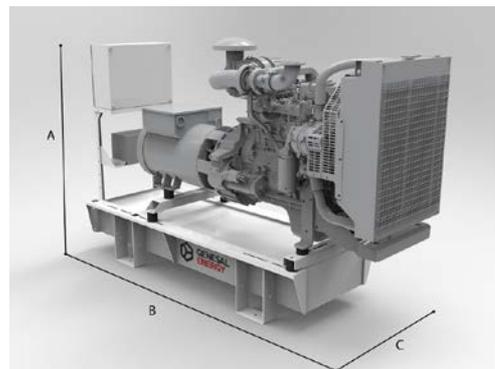


FABRICADO EN CHINA 



Datos técnicos / Technical data / Données techniques

Modelo de motor / Engine model / Modèle de moteur	Kohler KDW 702
Sistema de refrigeración Cooling system Systèmes de refroidissement	Radiador Radiator Radiateur
Potencia PRP kVA/kWe PRP power kVA/kWe Puissance en continue kVA/kWe	5/4
Potencia STP kVA/kWe STP power kVA/kWe Puissance en secours kVA/kWe	5,5/4,4
Factor de potencia (cos φ) Rated at power factor (cos φ) Facteur de puissance (cos φ)	0,8
Número de cilindros / Number of cylinders / Nombre de cylindres	2
Velocidad (r.p.m.) / Speed (r.p.m.) / Vitesse (t.p.m.)	1500
Consumo de combustible (l/h) Specific fuel consumption (l/h) Consommation de carburant (l/h)	
al 100 % / at 100 % / à 100 %	1,73
al 75 % / at 75 % / à 75 %	1,3
Depósito de combustible grupo electrógeno versión abierta (l) Fuel tank of open generator (l) Réservoir carburant version ouvert (l)	160
Depósito de combustible grupo electrógeno versión insonorizada (l) Fuel tank of soundproof generator (l) Réservoir carburant du groupe électrogène version insonorisée (l)	200
Máx. temperatura de gases de escape (°C) Max. exhaust gas temperature (°C) Température max. gaz échappement (°C)	480
Caudal de gases de escape (m³/h) Exhaust gas flow (m³/h) Débit gaz d'échappement (m³/h)	67
Máx. contrapresión aceptable (kPa) Max. allowed backpressure (kPa) Contre-pression maximum admissible (kPa)	3,35
Caudal de aire de combustión al 100 % (m³/h) Combustion air flow (m³/h) Débit d'air nécessaire pour la combustion (m³/h)	26
Caudal de aire refrigeración alternador (m³/h) Alternator air flow (m³/h) Débit d'air de l'alternateur (m³/h)	210
Caudal de aire refrigeración motor (m³/h) Engine air flow (m³/h) Débit d'air du moteur (m³/h)	1075
Peso del grupo electrógeno versión abierta (kg) Weight of open power generator (kg) Poids du groupe électrogène version ouvert (kg)	225
Peso del grupo electrógeno versión insonorizada (kg) Weight of soundproof power generator (kg) Poids du groupe électrogène version insonorisée (kg)	465



A= 1082 mm B= 1369 mm C= 750 mm

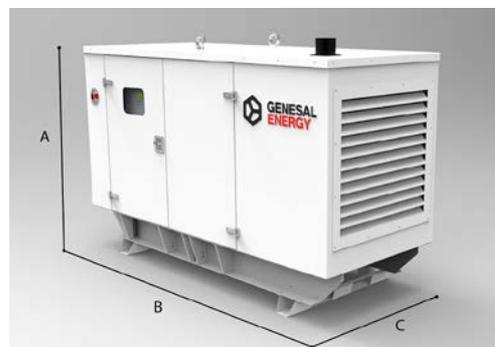
Ejecución estándar. Bajo demanda, este equipo podrá ser fabricado de forma personalizada.

Los productos GENESAL ENERGY pueden ser modificados sin previo aviso por evolución tecnológica.

Custom manufacturing available upon request. GENESAL ENERGY reserves the right to alter products as a result of technological advances.

Production standard. Sous demande, les produits peuvent être fabriqués sur mesure.

GENESAL ENERGY produits peuvent être modifiés par les développements technologiques.



A= 1342 mm B= 1950 mm C= 830 mm

Directivas de marcado CE y normas aplicables

- 2006/42/CE – Seguridad de máquinas.
- 2014/35/UE – Baja tensión.
- 2014/30/UE – Compatibilidad electromagnética.
- 2000/14/CE – Emisiones sonoras de máquinas de uso al aire libre (modificada por 2005/88/CE).
- ISO 12100:2012, ISO 13857:2008, ISO 60204-1:2007.

Condiciones ambientales de referencia según norma ISO 8528-1:2005 1000 mbar, 25 °C, 30 % humedad relativa.

Prime Power (PRP)

Según la norma ISO 8528-1:2005, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas variables por un número ilimitado de horas por año respetando los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y bajo las condiciones ambientales establecidas por el mismo. La potencia media admisible (P_{av}) durante un periodo de 24 horas no debe superar el 70 % de la PRP. Se admite una sobrecarga del 10 % 1 h de cada 12 h (STP).

Emergency Standby Power (ESP)

Según la norma ISO 8528-1:2005, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas variables en caso de un fallo en la red o en condiciones de prueba con un número máximo de 200 h/año respetando los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y bajo las condiciones ambientales establecidas por el mismo. La potencia media consumible durante un periodo de 24 horas no debe superar el 70 % de la ESP. No se admite sobre carga.

CE marking directives and applicable regulations

- 2006/42/EC – Machinery safety.
- 2014/35/UE – Low voltage.
- 2014/30/UE – Electromagnetic compatibility.
- 2000/14/EC – Noise emissions from outdoor equipment (amended by 2005/88/EC).
- ISO 12100:2012, ISO 13857:2008, ISO 60204-1:2007.

Reference environmental conditions according to ISO 8528-1:2005 1000 mbar, 25 °C, 30 % relative humidity.

Prime Power (PRP)

According to ISO 8528-1:2005, Prime power is the maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical load when operated for an unlimited number of hours per year under the agreed operating conditions with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer. The permissible average power output over (P_{av}) 24 h of operation shall not exceed 70 % of the PRP. A 10 % overload is permitted for up to 1 h in any 12 h period (STP).

Emergency Standby Power (ESP)

According to ISO 8528-1:2005, Emergency standby power is the maximum power available during a variable electrical power sequence, under the stated operating conditions, for which a generating set is capable of delivering in the event of a utility power outage or under test conditions for up to 200 h of operation per year with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturers. The permissible average power output over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the ESP. Overload is not allowed.

Directives marqué CE et réglementations à appliquer

- 2006/42/CE – Sécurité des machines.
- 2014/35/UE – Basse tension.
- 2014/30/UE – Compatibilité électromagnétique.
- 2000/14/CE – Émission sonore de machines à usage à l'air libre (modifiée par 2005/88/CE).
- ISO 12100:2012, ISO 13857:2008, ISO 60204-1:2007.

Conditions environnementales de référence selon la norme ISO 8528-1:2005 1000 mbar, 25 °C, 30 % d'humidité relative.

Puissance en continue (PRP)

En ce que concerne à la norme ISO 8528-1:2005, Puissance en continue Il s'agit de la puissance maximale disponible pour un cycle de puissance variable pouvant être atteint durant un nombre illimité d'heures par an, hors périodes de maintenance prescrites par le fabricant et respectant les conditions environnementales définies par ce dernier. La puissance moyenne (P_{av}) durant 24 heures ne doit pas dépasser 70 % de la PRP. La puissance en continue permet une surcharge de 10 % une heure de chaque 12 heures (STP).

Puissance en secours (ESP)

En ce que concerne à la norme ISO 8528-1:2005, Puissance en secours Il s'agit de la puissance maximale disponible pour une utilisation en faible charges variables lors d'une coupure de courant réseau ou lors d'essais pour un nombre limité d'heures par an (200 h), hors périodes de maintenance prescrites par le fabricant et respectant les conditions environnementales définies par ce dernier. La puissance moyenne durant 24 heures ne doit pas dépasser 70 % de l'ESP. La surcharge sur cette puissance n'est pas permit.



OPzS

Vented lead-acid battery



Motive Power Systems

Reserve Power Systems

Special Power Systems

Service

Your benefits with HOPPECKE OPzS

- **Very high expected service life** - due to optimized low-antimony selenium alloy
- **Excellent cycle stability** - due to tubular plate design
- **Maximum compatibility** - design according to DIN 40736-1
- **Higher short-circuit safety even during the installation** - based on HOPPECKE system connectors
- **Extremely extended water refill intervals up to maintenance-free** - optional use of AquaGen® recombination system minimizes emission of gas and aerosols¹

Typical applications of HOPPECKE OPzS

- **Telecommunications**
 - Mobile phone stations
 - BTS-stations
 - Off-grid/on-grid solutions
- **Power Supply**
- **Security lighting**



Similar to the illustration, AquaGen® optional



HOPPECKE

POWER FROM INNOVATION

Type Overview

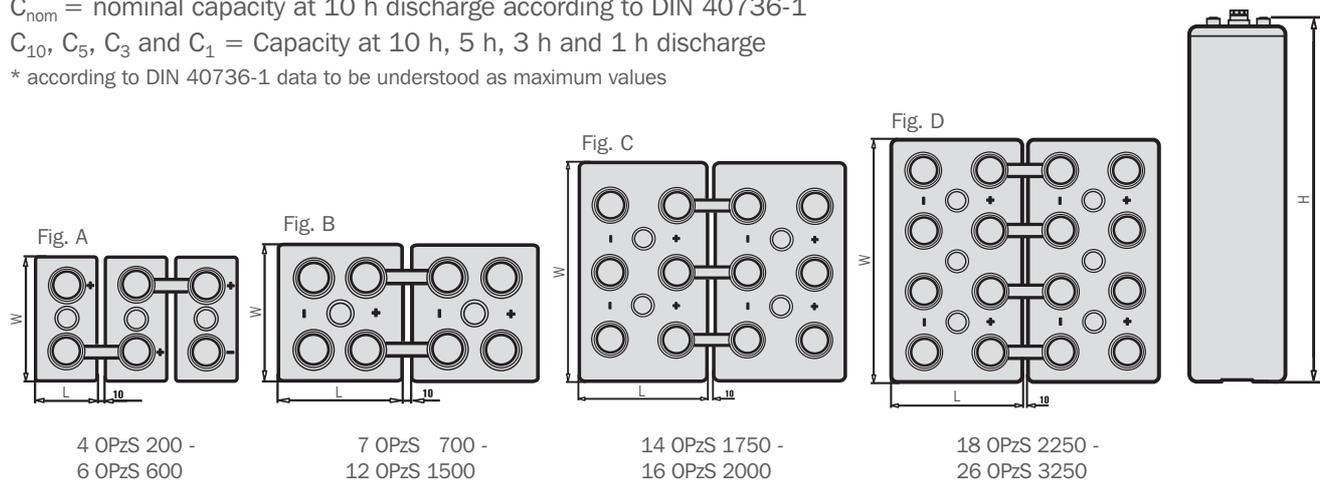
Capacities, dimensions and weights

Type	C _{nom} /1.80 V Ah	C ₁₀ /1.80 V Ah	C ₅ /1.77 V Ah	C ₃ /1.75 V Ah	C ₁ /1.67 V Ah	max.* Weight kg	Weight electrolyte kg (1.24 kg/l)	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
4 OPzS 200	200	200	213	182	161	118	17.3	105	208	420	A
5 OPzS 250	250	250	266	227	201	147	21.0	126	208	420	A
6 OPzS 300	300	300	320	273	241	177	24.9	147	208	420	A
5 OPzS 350	350	350	390	345	303	217	29.3	126	208	535	A
6 OPzS 420	420	420	468	414	363	261	34.4	147	208	535	A
7 OPzS 490	490	490	546	483	426	304	39.5	168	208	535	A
6 OPzS 600	600	600	686	590	510	353	46.1	147	208	710	A
7 OPzS 700	700	700	801	691	596	411	59.1	215	193	710	B
8 OPzS 800	800	800	915	790	681	470	63.1	215	193	710	B
9 OPzS 900	900	900	1026	887	767	529	72.4	215	235	710	B
10 OPzS 1000	1000	1140	985	852	588	76.4	21.1	215	235	710	B
11 OPzS 1100	1100	1256	1086	938	647	86.6	25.2	215	277	710	B
12 OPzS 1200	1200	1370	1185	1023	706	90.6	25.8	215	277	710	B
12 OPzS 1500	1500	1610	1400	1197	784	110.4	32.7	215	277	855	B
14 OPzS 1750	1750	1881	1632	1397	914	142.3	46.2	215	400	815	C
15 OPzS 1875	1875	2016	1748	1496	980	146.6	46.7	215	400	815	C
16 OPzS 2000	2000	2150	1865	1596	1045	150.9	45.9	215	400	815	C
18 OPzS 2250	2250	2412	2097	1796	1176	179.1	56.4	215	490	815	D
19 OPzS 2375	2375	2546	2213	1895	1242	182.9	55.6	215	490	815	D
20 OPzS 2500	2500	2680	2330	1995	1307	187.3	55.7	215	490	815	D
22 OPzS 2750	2750	2952	2562	2195	1437	212.5	67.0	215	580	815	D
23 OPzS 2875	2875	3086	2678	2294	1503	216.8	65.9	215	580	815	D
24 OPzS 3000	3000	3220	2795	2394	1568	221.2	66.4	215	580	815	D
26 OPzS 3250	3250	3488	3028	2594	1699	229.6	65.4	215	580	815	D

C_{nom} = nominal capacity at 10 h discharge according to DIN 40736-1

C₁₀, C₅, C₃ and C₁ = Capacity at 10 h, 5 h, 3 h and 1 h discharge

* according to DIN 40736-1 data to be understood as maximum values



Design life: up to 20 years

Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system

¹ Similar to sealed lead-acid batteries

FRONIUS GALVO

/ El inversor preparado para el futuro para instalaciones de autoconsumo de pequeña potencia



/ Tecnología SnapInverter



/ Conmutación del transformador AF



/ Comunicación de datos integrada



/ Smart Grid Ready



/ Inyección cero



/ El Fronius Galvo es el inversor monofásico con transformador de alta frecuencia, con un rango de potencia nominal entre 1,5 y 3,1 kW, perfecto para viviendas y especialmente adecuado para sistemas de autoconsumo. El relé de gestión de la energía integrado permite la maximización del autoconsumo. Esto junto con otra serie de características, hacen del Fronius Galvo un inversor preparado para el futuro: registro de datos integrado, sencilla conexión inalámbrica a internet o la tecnología de tarjeta “plug & play” para añadir funciones adicionales en el futuro.

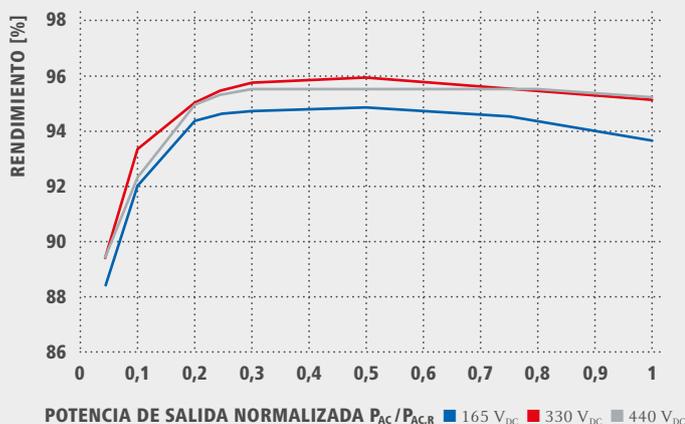
DATOS TÉCNICOS FRONIUS GALVO

DATOS DE ENTRADA	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.}$)	13,3 A	17,8 A	16,6 A	19,8 A	20,7 A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV	20 A	26,8 A	24,8 A	29,6 A	31 A
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)	120 V			165 V	
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	140 V			185 V	
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)	260 V			330 V	
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)	420 V			550 V	
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)	120 - 335 V			165 - 440 V	
Número de seguidores MPP			1		
Número de entradas CC			3		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)			3,0 kW pico		
DATOS DE SALIDA	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	1.500 W	2.000 W	2.500 W	3.000 W	3.100 W
Máxima potencia de salida	1.500 VA	2.000 VA	2.500 VA	3.000 VA	3.100 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	6,5 A	8,7 A	10,9 A	13,0 A	13,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	1-NPE 230 V (+17 % / -20 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	< 4 %				
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.				
DATOS GENERALES	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm				
Peso	16,4 kg			16,8 kg	
Tipo de protección	IP 65				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Transformador de alta frecuencia (AF)				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-25 - +50 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.500 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	3 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, AS 4777-2, AS 4777-3, AS3100, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1-2, IEC 62116, IEC 61727, CER 06-190, CEI 0-21, EN 50438, G83, G59, NRS 097				

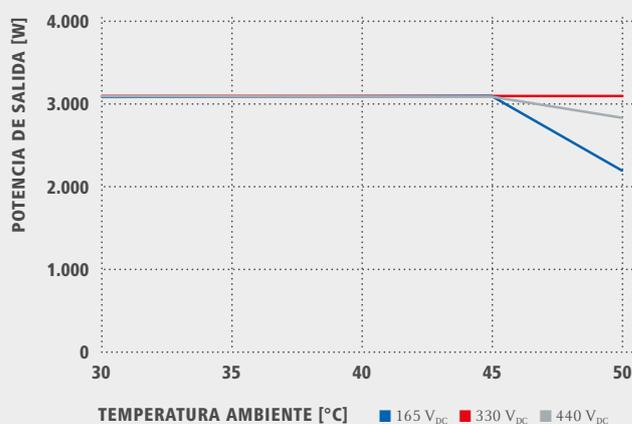
¹⁾ Disponible para los países donde se aplica la restricción de 3kW. ²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS GALVO 3.1-1



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS GALVO 3.1-1



DATOS TÉCNICOS FRONIUS GALVO

RENDIMIENTO	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
Máximo rendimiento	95,9 %	96,0 %		96,1 %	
Rendimiento europeo (η_{EU})	94,5 %	94,9 %	95,2 %	95,4 %	95,4 %
η con 5 % $P_{AC,R}^{2)}$	84,5 / 86,0 / 86,0 %	84,2 / 86,1 / 85,9 %	88,6 / 89,6 / 89,4 %	88,2 / 89,2 / 89,1 %	88,4 / 89,4 / 89,4 %
η con 10 % $P_{AC,R}^{2)}$	87,5 / 89,7 / 89,6 %	89,6 / 91,4 / 91,3 %	91,2 / 92,3 / 91,4 %	91,8 / 93,1 / 92,1 %	91,9 / 93,3 / 92,3 %
η con 20 % $P_{AC,R}^{2)}$	91,3 / 93,3 / 93,1 %	92,6 / 94,3 / 93,9 %	94,0 / 94,8 / 94,5 %	94,4 / 95,0 / 94,9 %	94,5 / 95,0 / 95,0 %
η con 25 % $P_{AC,R}^{2)}$	92,4 / 94,1 / 93,9 %	93,3 / 94,9 / 94,5 %	94,5 / 95,1 / 95,0 %	94,8 / 95,5 / 95,3 %	94,8 / 95,5 / 95,4 %
η con 30 % $P_{AC,R}^{2)}$	93,0 / 94,6 / 94,3 %	93,6 / 95,2 / 94,9 %	94,8 / 95,5 / 95,3 %	94,8 / 95,7 / 95,6 %	94,9 / 95,8 / 95,6 %
η con 50 % $P_{AC,R}^{2)}$	93,9 / 95,5 / 95,2 %	94,3 / 95,8 / 95,2 %	95,0 / 95,7 / 95,2 %	95,0 / 96,0 / 95,5 %	95,0 / 96,1 / 95,6 %
η con 75 % $P_{AC,R}^{2)}$	94,2 / 95,6 / 95,4 %	94,0 / 95,9 / 95,6 %	94,8 / 95,9 / 95,6 %	94,6 / 95,8 / 95,6 %	94,5 / 95,6 / 95,6 %
η con 100 % $P_{AC,R}^{2)}$	94,0 / 95,9 / 95,6 %	93,5 / 95,6 / 95,5 %	94,4 / 95,7 / 95,5 %	93,9 / 95,4 / 95,3 %	93,7 / 95,2 / 95,3 %
Rendimiento de adaptación MPP			> 99,9 %		

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
Medición del aislamiento CC		Advertencia/desconexión (según la configuración de país) con $R_{ISO} < 600 \text{ k}\Omega$ hmios			
Comportamiento de sobrecarga		Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC		Integrado			
Protección contra polaridad inversa		Sí			

INTERFACES	GALVO 1.5-1	GALVO 2.0-1	GALVO 2.5-1	GALVO 3.0-1 ¹⁾	GALVO 3.1-1
WLAN / Ethernet LAN		Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales		Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) ³⁾		Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) ³⁾		Fronius Solar Net			
Salida de aviso ³⁾		Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web		Incluido			
Input externo ³⁾		Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485 ⁴⁾		Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

¹⁾ Disponible para países donde se aplica la restricción de 3kW. ²⁾ Y con $U_{mpp \text{ min}} / U_{dc,r} / U_{mpp \text{ max}}$. ³⁾ También disponible en la versión light. ⁴⁾ Disponible a partir de otoño de 2014. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
Fax +34 91 649 60 44
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/85 & MPPT 150/100

www.victronenergy.com

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-Tr
Con dispositivo conectable**



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-MC4
Sin pantalla**

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

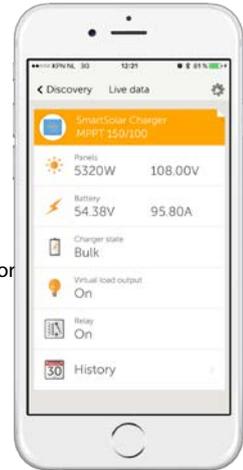
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)	
Corriente de carga nominal	85A	100A
Potencia FV máxima, 12 V 1a,b)	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24 V 1a,b)	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48 V 1a,b)	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150V máximo absoluto en las condiciones más frías 145V en arranque y funcionando al máximo	
Eficacia máxima	98%	
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión	
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)	
Humedad	95%, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth	
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)	
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC	
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (Modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de batería	35mm ² / AWG2	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	
NORMATIVAS		
Seguridad	EN/IEC 62109	
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.		
1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.		
2) Unos paneles FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos paneles FV.		
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máximo por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)		