

Rehabilitación energética de vivienda unifamiliar con estudio económico y de viabilidad

PFG Ingeniería de la Edificación

Canales Quesada, Jose Adrián

15/01/2015

Grupo 1

Tutor:

Juan José Moyano Campos





**Rehabilitación energética de vivienda
unifamiliar con estudio económico y de
viabilidad**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
• PROTOCOLO DE KIOTO	7
• MARCO NORMATIVO	11
• OBJETIVOS	14
2. JUSTIFICACIÓN DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	16
3. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL EDIFICIO	18
• CIMENTACIÓN	18
• ESTRUCTURA	18
• CERRAMIENTOS EXTERIORES	19
• CARPINTERÍA EXTERIOR	19
• VIDRIERÍA	20
• CUBIERTA	20
4. INFORME DE LA LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. LIDER CTE Y CALENER	21
4.1 LIDER CTE	21
4.2 CALENER VYP	25
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA ENVOLVENTE	30
5.1 INTERVENCIÓN EN HUECOS	30
• SOLUCIÓN ADOPTADA	30
• FICHA TÉCNICA	31
• JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN	32
• IMPLANTACIÓN	33
• MEDICIÓN Y PRESUPUESTO	34
5.2 INTERVENCIÓN EN CERRAMIENTOS EXTERIORES	38
• SOLUCIÓN ADOPTADA	38
• FICHAS TÉCNICAS	38
• JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN	39
• IMPLANTACIÓN	40
• MEDICIÓN Y PRESUPUESTO	43
6. JUSTIFICACIÓN DE LA DOTACIÓN DE INSTALACIONES	45
7. MEMORIA AGUA CALIENTE SANITARIA	46



7.1	NORMATIVA	46
•	ÁMBITO DE APLICACIÓN	46
•	CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS	46
•	CÁLCULO Y DIMENSIONADO	48
•	MANTENIMIENTO	48
7.2	JUSTIFICACIÓN DEL DIMENSIONADO	49
•	DATOS PREVIOS	49
•	DEMANDA ENERGÉTICA	50
•	COMPONENTES DEL SISTEMA	50
•	CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	53
•	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA APORTADA	54
•	PRODUCCIÓN MEDIA DE ENERGÍA TÉRMICA ANUAL Y MENSUAL	55
•	GRÁFICOS COMPARATIVOS	56
7.3	IMPLANTACIÓN	57
7.4	ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN.	58
•	CAPTACIÓN	58
•	INTERACUMULADOR	59
•	CALENTADOR INSTANTÁNEO	59
•	CONEXIONES	60
7.5	FICHAS TÉCNICAS.	61
7.6	MEDICIÓN Y PRESUPUESTO	65
8.	MEMORIA DE CLIMATIZACION	66
8.1	NORMATIVA AIRE ACONDICIONADO	66
8.2	JUSTIFICACION DEL DIMENSIONADO DE CLIMATIZACION	67
8.3	IMPLANTACION	74
•	UNIDAD EXTERIOR	74
•	CONDUCTOS DE INTERCONEXIÓN	74
•	UNIDAD INTERIOR	75
•	CONDUCTOS	75
8.4	FICHAS TÉCNICAS	76
8.5	MEDICION Y PRESUPUESTO	78
9.	MEMORIA ENERGÍA FOTOVOLTAICA AISLADA	83
9.1	NORMATIVA	83
•	REAL DECRETO 1699/2011	83
•	CLASIFICACIÓN	84
•	CONDICIONES GENERALES	84
•	CABLES DE CONEXIÓN	84
•	FORMA DE LA ONDA	84
•	PROTECCIONES	85

• INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	85
• PUESTA EN MARCHA	85
9.2 JUSTIFICACION DEL DIMENSIONADO	86
• CORRIENTE Y ÁNGULO DE INCLINACIÓN	88
• DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS	90
• DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	94
• ESPECIFICACIONES DEL GENERADOR Y DE LA BATERÍA	95
• ESPECIFICACIONES DEL REGULADOR DE CARGA	96
• ACONDICIONAMIENTO DE POTENCIA	96
• ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES DE PROTECCIÓN	97
• CABLEADO CORRIENTE CONTINUA (DC)	98
9.3 IMPLANTACION	99
• GENERADORES FOTOVOLTAICOS.	99
• REGULADOR DE CARGA	100
• BATERÍAS	100
• INVERSOR	101
• LOCAL TÉCNICO	101
• SOPORTES	103
• PROTECCIONES	103
9.4 FICHAS TECNICAS	104
9.5 MEDICION Y PRESUPUESTO	109
<u>10. INFORME DE LA LIMITACION DE LA DEMANDA ENERGETICA TRAS LAS INTERVENCIONES. LIDER CTE Y CALENER.</u>	<u>112</u>
10.1 LIDER CTE	112
10.2 CALENER VYP	117
<u>11. ESTUDIO ECONÓMICO</u>	<u>121</u>
11.1 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LA AMORTIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES	121
• IMPLANTACIÓN DE MEJORAS EN LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.	121
• ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS.	125
• INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.	128
• INSTALACIÓN SOLAR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.	131
<u>12. SONDEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN MAIRENA DEL ALJARAFE</u>	<u>136</u>
<u>13. CONCLUSIONES</u>	<u>151</u>
<u>14. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIA.</u>	<u>153</u>



15. PLANOS **156**

• SONDEO DE VIVIENDA POTENCIALES PARA LA INTERVENCIÓN	156
• SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	156
• DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA	156
• PLANTAS ACOTADAS	156
• ALZADOS	156
• IMPLANTACIÓN INSTALACIÓN DE ACS	156
• IMPLANTACIÓN INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	156
• IMPLANTACIÓN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA	156
• TRASDOSADOS, TECHOS FIJOS Y CARPINTERÍAS	156
• ESQUEMAS DE LAS INSTALACIONES	156

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos encontramos en un momento de cambio de mentalidad, estudios científicos nos apuntan a que el nivel de polución es alarmante, incluso está cambiando el clima. A principios de la década estos estudios se miraban con escepticismo, pero debido a que los efectos se hacen cada vez más palpables, muchos son los que se deciden a aportar su granito de arena.

Las formas de contribuir a una menor contaminación e impacto medio ambiental son variadas, desde reciclar, comprar un coche híbrido, hasta ropas que se fabrican de forma sostenible, todo ello, hay que decir, muchas veces son un movimiento de marketing, más que un movimiento real, pero al menos la iniciativa existe, y los ciudadanos lo buscan.

En este proyecto se pretende dar solución a esta situación en el sector que nos ocupa, el sector de la construcción, creando un conjunto de soluciones que permitiera a los propietarios de las viviendas hacer que sus casas sean lo más sostenibles posible.

Además, la solución sería beneficiosa no solo para los usuarios que conseguirían ahorrar, si no que España como estado también lo sería, ya que es responsable de una importante cantidad de emisiones. Gran parte de los países del mundo tienen este problema, por ello se redactó un protocolo de consenso, el protocolo de Kioto.

- **Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va de 2008 a 2012, en comparación a las emisiones a 1990.

El protocolo de Kioto fue aprobado en 1997, pero no fue hasta el 2005 cuando empezó a aplicarse en más de 180 países. Este documento implica que los países participantes deben reducir como ya se ha mencionado en aproximadamente un 5% sus niveles de emisiones en el periodo comprendido entre 2008-2012, con respecto a las emisiones del año 1990. De tal forma que en el año 90 se producirían el 100% de las emisiones y en el año 2012 se debería generar un 95%. Pero este 5% computa de forma global, es decir, todos los países deben tener en conjunto un 5% menos de emisiones, lo que conlleva que los países más desarrollados emitan más de lo permitido y subsanen ese exceso comprando un porcentaje a otros países que no llegan al límite ya mencionado, ya que les resulta más económico que pagar la sanción, pero lo ideal lógicamente sería no tener que pagar nada.

A cada país que participo se le asigno un porcentaje por encima o por debajo de la referencia de emisiones en función de las variables económicas y medioambientales, repartiendo así la carga. En el caso concreto de España se comprometió a aumentar sus emisiones sobre el año base en un máximo del 15%, pero aun así no alcanza el objetivo marcado, ya que hasta el 2012 su porcentaje de emisión con respecto al año base es del 18,68%, quedando por tanto un 3,68% por encima de lo estipulado en protocolo.

Por otro lado, es cierto que se ha logrado la reducción de gran parte de las emisiones, pero se debe tener en cuenta que la reducción de este índice está condicionado por la situación económica del país, ya que afecta a la producción y de esta manera a las emisiones, por ello es importante seguir trabajando en la reducción del dato y en la implantación de medidas sostenibles, de forma que cuando el crecimiento se produzca se consiga de manera que las emisiones se mantengan en esos niveles o incluso se disminuyan.

Emisiones de gases de efecto invernadero	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO ₂	160,7	156,8	160,4	146,9	129,6	123,3	123,7	121,9
CH ₄	122,0	122,6	124,1	121,8	124,3	119,9	118,2	117,0
N ₂ O	100,2	102,0	104,2	93,4	92,6	96,5	91,1	88,9
HFC ₅	115,7	128,0	134,7	151,3	158,3	178,2	177,5	184,2
PFC ₅	34,6	35,3	35,8	37,8	35,7	36,5	37,7	36,9
SF ₆	207,5	245,1	253,6	255,2	238,7	238,2	242,1	221,6

Tabla 1. Tabla de evolución del porcentaje de emisiones de gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) con respecto a la base (año 1990, 100%) hasta 2012, en España.

Con dicha medida se puede observar como a partir de la puesta en marcha de las medidas en 2005, las emisiones de los diferentes gases en general se han ido reduciendo progresivamente, algunos de ellos consiguen bajar del 100% marcado por el año base, pero sin embargo en cómputos generales aun estamos por encima del objetivo.

Aquí tenemos otra muestra más de la evolución de la emisión de gases desde que se empezaran a implantar medidas para frenar la creciente generación de gases de efecto invernadero (GEI), en concreto la estadística del CO₂ en peso, desglosando la cuantía en comunidades autónomas.

COMUNIDADES AUTONOMAS	EMISIONES DE CO ₂ -eq (kt)											
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ANDALUCÍA	52.446	55.071	57.818	59.843	65.027	64.495	66.588	57.574	54.941	53.594	53.133	51.576
ARAGÓN	18.354	20.498	20.483	20.983	21.746	21.383	22.202	20.933	17.935	16.440	19.312	17.526
ASTURIAS	31.312	34.157	32.766	33.435	34.275	30.993	33.115	26.099	22.747	21.466	23.197	24.485
BALEARES	9.183	9.396	10.660	10.272	10.385	10.590	10.631	10.679	10.337	10.249	9.698	9.144
CANARIAS	14.780	14.757	15.348	16.875	17.204	16.367	16.054	16.651	14.523	14.491	13.441	13.383
CANTABRIA	5.905	6.522	6.537	6.761	6.887	6.966	7.039	6.974	6.213	6.348	5.899	5.881
CASTILLA Y LEÓN	41.813	44.613	44.059	46.326	45.789	42.802	43.543	39.635	31.132	26.988	34.171	34.673
CASTILLA-LA MANCHA	24.179	24.210	24.404	26.080	26.361	26.714	28.018	24.869	22.682	21.873	20.962	20.056
CATALUÑA	49.271	48.751	51.511	53.579	55.903	54.463	54.897	51.638	47.837	47.412	44.784	43.139
CEUTA	540	565	620	558	522	608	623	587	522	508	438	449
COMUNIDAD VALENCIANA	27.403	28.774	29.585	30.371	31.835	31.463	31.542	31.579	28.561	28.271	26.582	24.254
EXTREMADURA	7.790	7.800	8.223	8.360	8.550	9.287	9.382	9.197	8.628	8.666	8.230	8.035
GALICIA	34.124	36.020	35.317	36.289	35.148	33.793	35.045	29.654	27.415	25.903	27.379	30.048
LA RIOJA	2.230	2.273	2.445	2.639	3.970	3.974	3.855	3.631	2.751	2.614	2.313	2.428
MADRID	24.709	25.059	25.962	26.220	27.436	27.645	27.414	25.227	23.544	23.696	23.006	21.999
MELILLA	278	267	304	288	292	325	329	334	310	315	296	303
NAVARRA	5.727	6.023	7.287	8.161	7.888	7.643	7.607	7.832	7.278	7.476	6.339	5.866
PAÍS VASCO	19.198	21.526	21.219	22.223	24.086	24.318	23.163	23.073	22.337	21.824	18.191	18.576
REGIÓN DE MURCIA	7.720	8.621	7.872	7.930	8.090	9.959	11.066	12.280	9.966	9.047	8.515	8.987
TOTAL ESPAÑA	376.96	394.90	402.42	417.19	431.39	423.78	432.11	398.44	359.65	347.18	345.88	340.80

Tabla 2. Emisiones de GEI por comunidades autónomas a partir del inventario español - serie 1990-2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Entre las actividades a las que se exige que reduzcan sus emisiones, se encuentran las industriales, ya que el sector de transporte y residencial se consideran sectores difusos. En este proyecto se va a tratar el sector residencial, dentro de este, vamos a modificar o mejorar las instalaciones, que nos permitan afectar de una manera muy directa a las emisiones producidas en el sector industrial, de tal forma que una vivienda que no requiera el aporte de combustibles fósiles o la electricidad, hará que las emisiones sean menores

puesto que se reducirán de forma directa el número de viviendas a abastecer con estas energías.

Vemos a continuación un gráfico ilustrativo de cómo se reparten las emisiones por sectores y actividades en el año 2012 que es del último del que se tienen datos. Hay tres grandes grupos, generación de la electricidad, transportes por carretera e industria. Tanto industria como la generación de electricidad estarían afectadas por las intervenciones que se quieren acometer, por tanto se estaría reduciendo significativamente las emisiones.

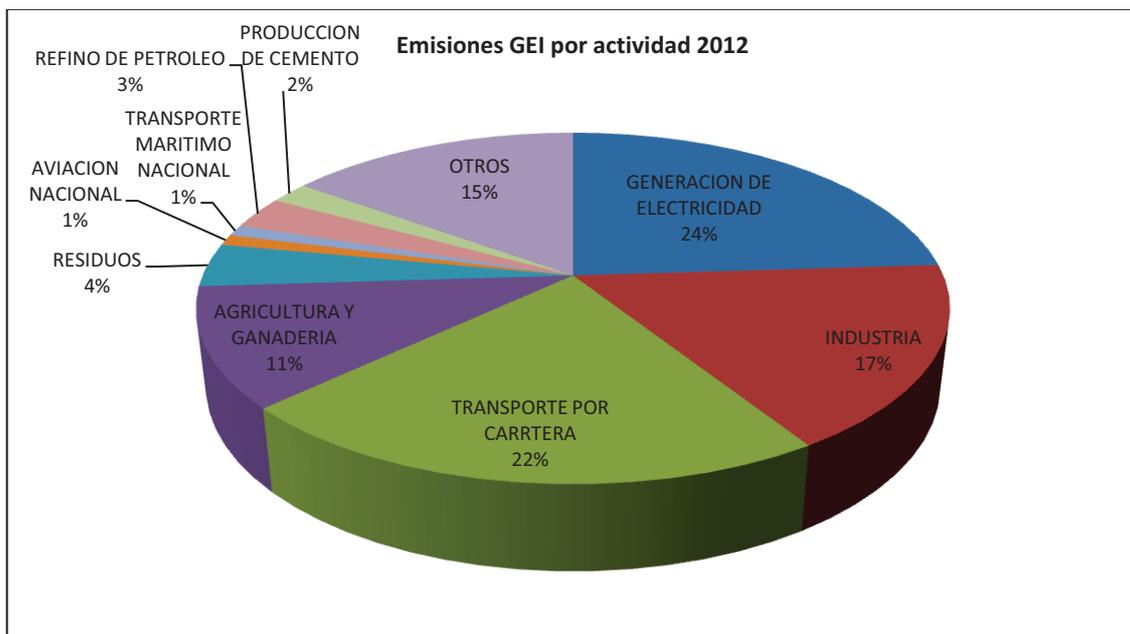


Grafico 1. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por actividad en 2012. Informe de emisiones de Gases de Efecto invernadero en España 1990-2012 WWF España 2013

Comprobamos por tanto como la afectación en el sector residencial de las emisiones afectara a las emisiones derivadas de la generación de electricidad y la industria, de manera que ayudara de forma importante a la reducción de emisiones en actividades que resultan muy contaminantes.

Con respecto a la generación de electricidad, cabe decir que el sector donde más se pueden reducir estas emisiones, mediante la implantación de energías renovables, como pueden ser la eólica o la fotovoltaica. Ya hoy estas energías sostenibles están ayudando a reducir el dato, pero aun se mantienen como mayoritario el uso de recursos contaminantes para la obtención de energía eléctrica, por este motivo se planteará en este proyecto la implantación de energía solar fotovoltaica en viviendas unifamiliares.

Estos avances en la reducción de los GEI, que nos permiten estar más cerca del objetivo marcado en el Protocolo de Kioto, son posibles gracias a las restricciones aplicadas mediante la implantación de la normativa de obligado cumplimiento correspondiente, que ha fomentado un cambio en la forma de construir, ya sea en la forma de gestionar los residuos generados en obra, o en las dotaciones de instalaciones que se equipan en las viviendas de nueva construcción, además de la progresiva adaptación de las viviendas ya construidas a estas instalaciones, mediante la certificación energética.

- **Marco normativo**

La normativa que va a regir las intervenciones que se quieren acometer es esencialmente el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su apartado de HE Limitación de la Demanda Energética, aunque para resolver la instalación de la energía solar fotovoltaica tendremos que apoyarnos en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT), y el Real Decreto 1699/2011 que regula las condiciones del autoconsumo.

El CTE fue aprobado en el 2006, y establece las exigencias básicas que deben cumplir todos los edificios tanto de nueva construcción, como la modificaciones de estos. Aunque se trata de una normativa de obligado cumplimiento, permite llegar al mismo objetivo de maneras diferentes, lo que promueve el desarrollo y la investigación a diferencia de lo que ocurría con las normativas y guías técnicas anteriores, por tanto a la hora de acometer las intervenciones en viviendas ya construidas o de nueva construcción puedes plantearte cual es la mejor solución en función de los recursos que dispongas o la situación de dicha vivienda, siempre y cuando cumplas con lo establecido.

Esta particularidad del CTE nos permitirá adoptar soluciones diferentes a los mismos problemas, como por ejemplo el suministro eléctrico en Sevilla, zona de mucha irradiación solar, mediante un sistema de placas fotovoltaicas, que no funcionaría tan bien en zonas de Zaragoza en los que una instalación eólica aprovecharía mejor los

vientos que en esa zona se producen (cierzo), de ahí la importancia de que la normativa permita estas adaptaciones.

El objetivo fundamental de la HE es conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo su consumo y consiguiendo que este proceda de fuentes de energías renovables, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para ello establece cinco apartados, que configurarán el nivel de sostenibilidad que se debe alcanzar para cumplir con la normativa, el primero de ellos es la HE1: Limitación de la demanda energética, el primer paso para la sostenibilidad es que las demandas de energía de la edificación sean las menores posibles, para ello nos indicara parámetros a analizar como la envolvente, de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno.

La HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas nos remite a la Reglamentación de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), donde se establecen las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico que nos dan las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

En el apartado HE3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, apenas será de aplicación en nuestra intervención ya que no es un apartado relevante en una vivienda unifamiliar, aunque si se acometerán algunos cambios a fin de optimizar las soluciones aportadas.

Para la obtención del agua caliente sanitaria nos regiremos por los criterios que nos establece la HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, de importancia en las intervenciones que se quieren acometer, nos indicará en qué medida debemos diseñar nuestra instalación para cubrir las necesidades mínimas que esta normativa establece.

Por último, la HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. Esta parte de la norma no afecta a las viviendas unifamiliares, por ello para la implantación de esta solución en nuestra intervención debemos regirnos por el Real Decreto 1699/2011, y el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red.

El Real Decreto 1699/2011, nos indicara las condiciones de cómo debe realizarse la producción eléctrica de energía de pequeña potencia, ya sea unas placas fotovoltaicas o una mini turbina eólica. Esta decreto determina como se realizará el autoconsumo con energías renovables, estableciendo requisitos, peajes, y cumplimentaciones a tener en cuenta a la hora de producir energía. Se establece además por primera vez las condiciones para el autoconsumo, hablando de “redes interiores” para referirse a la red de producción propia, pero como ya veremos en el apartado destinado al diseño de la instalación va a ser fundamental en la elección del esquema de la instalación.

Por otro lado nos apoyaremos en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, que nos establece las directrices técnicas que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar una instalación fotovoltaica aislada, como la que se quiere acometer en esta intervención, sin olvidar que estamos diseñando una instalación eléctrica y que por tanto debemos cumplimentar las directrices marcadas por el REBT.

Por último, de manera más ilustrativa se aporta una tabla de las normativas que son de aplicación hoy día con respecto a las que quedaron derogadas tras de estas, teniendo así una visión más global de la evolución de la normativa en referencia a la sostenibilidad.

Derogada	Actual	Observaciones
NBE CT Condiciones térmicas	CTE-DB HE Ahorro de energía	Este cambio provoca el desarrollo e investigación del sector, ya que deja abierta la solución técnica para su cumplimentación.

Derogada	Actual	Observaciones
Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RD 1751/1998	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RD 1027/2007	Se actualiza para adaptarse a las nuevas exigencias del CTE con respecto a la sostenibilidad, y para aplicar la experiencia práctica adquirida desde la última normativa del 98.
Reglamento electrotécnico para baja tensión RD 2413/1973	Reglamento electrotécnico para baja tensión. RD 842/2002	Mantiene estructura de la anterior, pero unificándose con las UNE-EN 20460, además de la lógica actualización por el avance de la tecnología.
Conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión RD 1663/2000	Instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia RD 1699/2011	Avanza en la determinación del marco normativo del autoconsumo, que incluso con este último RD no queda resuelto ya que ha sido acompañado de varios RD-Ley posteriores a fin de clarificar las obligaciones de la actividad.
Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red PCT-A-REV - febrero 2002	Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red PCT-A-REV - febrero 2009	Se trata de una revisión del pliego de condiciones para este tipo de instalaciones que se encuentran aisladas de red, que realiza el Departamento de Energía Solar del IDAE, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y del Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT

Tabla 3. Normativa derogada y de aplicación que afectan a las intervenciones que se quieren acometer.

- **Objetivos**

Establecido el marco que rodea a la sostenibilidad, y en concreto a las intervenciones en la construcción, podemos marcar los objetivos que se quieren alcanzar con este proyecto, donde se pretende dar solución a las dotaciones, que afectan a la eficiencia energética de la vivienda, de la manera más sostenible y autosuficiente, estudiando cual va a ser su rendimiento económico y la posibilidad de ser implantado en viviendas de la misma tipología.

Se propone acometer la rehabilitación energética de una vivienda de entre los años 1985 y 1992, periodo para el cual en Sevilla la construcción de viviendas se aceleró, con motivo de la expo 92', ejecutándose multitud de edificaciones con elementos constructivos comunes. De manera que las modificaciones que se acometan en una vivienda modelo, podrían ser extrapolables a las viviendas construidas en ese periodo de tiempo, que serían objeto de estudio para la implantación de medidas ahorradoras de energía.

La vivienda centro del estudio, fue edificada como parte de una urbanización, en la localidad de Mairena del Aljarafe, Sevilla. Sobre esta vivienda se diseñaran instalaciones que trabajaran de forma sostenible, es decir, basarán su funcionamiento en fuentes de energía renovables, esencialmente en la luz solar, recurso fácil de captar en la zona geográfica donde nos encontramos. Como parte del objetivo de implantar estas instalaciones, se pretende conseguir que su diseño proporcione la máxima cantidad de energía posible, sin desatender el aspecto económico, ya que también una de las metas que se marcan, es que sea viable no solo técnicamente sino económicamente.

Para atender a esto último, se elaborará un estudio económico de las intervenciones que se van a realizar en la vivienda, de manera que se pueda evaluar la viabilidad económica de cada una, permitiéndonos detectar cuales de estas necesitan aumentar bien su rendimiento o bien reducir su coste, para ser interesante su inclusión en un proyecto real.

Como objetivo más global, se analizarán las viviendas del entorno de similares características constructivas, ya que en su mayoría su ejecución es contemporánea a la vivienda centro del estudio, y se marcarán cuales de estas serían susceptibles de la implantación de las instalaciones diseñadas para la vivienda escogida inicialmente, adquiriendo así una noción del impacto que estas medidas podría tener.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

El tipo de vivienda propuesta para la rehabilitación energética, es un edificio de una edad cercana a los 30 años, a lo largo de este periodo la forma de construir ha variado, siendo además la evolución de este sector notable, y quedando atrás la mayoría de elementos constructivos que entonces se daban por óptimos.

Pero no solo la forma de construir ha variado, las instalaciones con las que dotamos a las viviendas en muchos casos ni tan siquiera existían. Estas instalaciones nos proporcionan comodidad, confort, ahorro, etc. mientras que hace 30 años la forma de calentar el agua más efectiva era mediante un calentador con gas butano, hoy en día existen métodos para conseguirlo más eficientes y sostenibles.

Siendo este un país, que como ya hemos señalado, está por encima de su cuota de emisiones de gases de efecto invernadero, solo mirando las que se emiten en el sector industrial, sería interesante adentrarse en la sostenibilidad y eficiencia del sector residencial, en el que se está empezando a actuar, pero de manera insuficiente.

En este proyecto se propone un ejercicio de profundización en este campo, en el que se establece la eficiencia y la sostenibilidad, como prioridades. Para ello se ha estudiado varias posibilidades tanto de variación de elementos constructivos, como implantación de instalaciones.

Los cambios y variaciones derivarán de las exigencias de la sección HE Ahorro energético de Código Técnico de la Edificación, normativa de obligado cumplimiento, que puede afectar o no a nuestra intervención, pero que en cualquier caso, será base de los pasos a seguir en el proyecto.

Analizando la vivienda que nos ocupa, encontramos que algunos de sus elementos constructivos “a priori” no cumplen con la exigencias del CTE en su parte HE 1 Limitación de la demanda energética. En esta sección de la normativa referente al ahorro energético, se hace hincapié en el comportamiento de los diferentes elementos constructivos, al fin de que el confort térmico supere unos mínimos y que el aporte de energía para conseguirlo sea moderado. Para su análisis, utilizaremos un software especializado en certificaciones energéticas, cuya base de cálculo está determinada por las exigencias de la HE1.

Con respecto a la parte HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas, se hace necesaria una actuación técnica, puesto que es inexistente, y a lo largo de la vida del edificio se ha ido subsanando a base de medidas insuficientes e ineficientes.

En su parte HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, se exige que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente. En este caso, la idea inicial es avanzar más en el ahorro eléctrico, llevando este concepto al resto de la vivienda, como por ejemplo en sistemas de climatización, ya que no solo la iluminación puede ser objeto de una intervención en su eficiencia.

La obtención del agua caliente sanitaria también será revisada, tal y como establece la norma en el punto HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. En la actualidad el agua caliente se obtiene a través de una caldera alimentada con una bombona de gas butano, algo obsoleto e incómodo, que será sustituido por un sistema de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura.

Para terminar, la HE Ahorro energético, en su último punto, HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, nos habla de que en los edificios que así se establezcan en este CTE, se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica, por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. El CTE establece que los edificios residenciales no están obligados a incorporar estos sistemas, pero ya que el espíritu de este proyecto es implantar las máximas posibilidades de ahorro en la viviendas unifamiliares, se realizará dicha implantación en la vivienda, de tal forma que toda o gran parte de la demanda eléctrica del edificio quede cubierta con la instalación fotovoltaica.

Tras repasar los cinco puntos de la norma, referente al ahorro energético, se constata que la intervención en la vivienda es necesaria y mejorará notablemente todos los ámbitos de dicha norma.

3. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL EDIFICIO

La vivienda centro de nuestra intervención está situada en Sevilla, Mairena del Aljarafe en la urbanización "las brisas I", su orientación es Sur (-15°), con latitud de 37.35 y una longitud de -6.04 . La edificación se realizó en el año 1986, por lo que sus características constructivas son sensiblemente diferentes a las que encontramos en la actualidad.

En este apartado haremos un resumen de las características constructivas de la vivienda, para conocer qué elementos la componen, y una vez analizados determinar cuáles son objeto de intervención.

- **Cimentación**

Realizada mediante zanjas corridas, rellenas de hormigón en masa, con una profundidad de 80 cm. Cuenta con unas láminas plásticas entre el terreno y los cimientos para aislarlo de las humedades por capilaridad. El terreno de sustentación está compuesto por arenas limosas, compatibles con el hormigón.

- **Estructura**

Compuesta por muros de carga y forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas. Los muros de carga están realizados con fábrica de ladrillo cerámicos perforados. Los muros de carga interiores se disponen de la siguiente manera, revestimiento de mortero, un pie de ladrillo, y revestimiento de mortero. Por otro lado, los muros de carga que tienen cara al exterior, están conformados por una capa de mortero para revestir, $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo, aislamiento con plancha de porexpan de 3 cm de espesor, $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo y capa de mortero para revestir, las hiladas de $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo van anexadas entre sí mediante grapas.

El forjado de planta baja es de vigueta auto-resistente de doble "T" pretensada, y el de planta primera y cubierta de semiviguetas pretensadas simples. Ambos forjados están compuestos por las bovedillas, viguetas, capa de compresión, más el revestimiento del suelo de las respectivas plantas. El forjado que vuela sobre el porche delantero está dotado con un aislamiento, dispuesto entre este y el acabado superficial del suelo.

El en suelo del sótano encontramos una solera, compuesta por una capa de hormigón de limpieza de 10 cm, sobre la que se vertió una capa de hormigón convencional con malla electro-soldada embebida. Sobre esta capa se dispuso un revestimiento de material aislante con una conductividad de $0,029 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

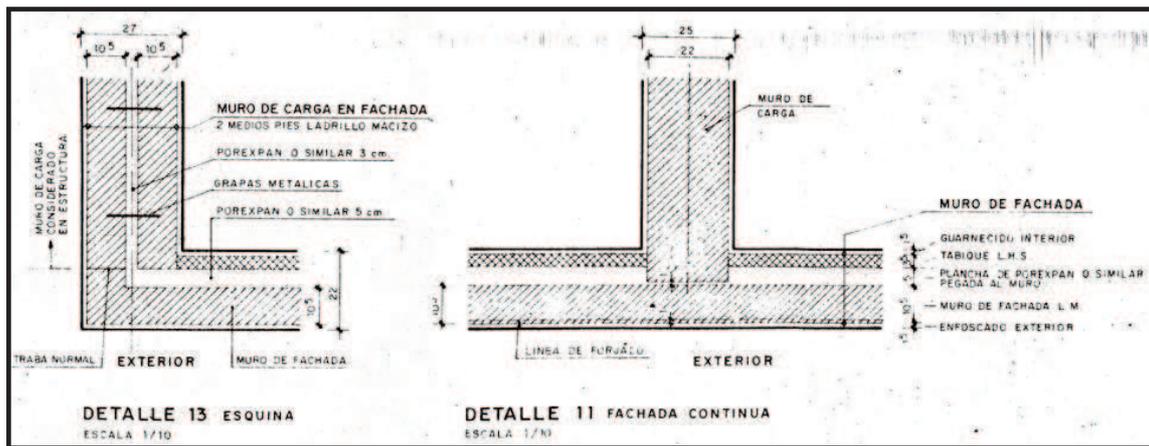


Fig 1. Detalles de encuentro de muro de carga en fachada y muro de carga interior con el cerramiento exterior. Extracción del proyecto original, archivo de Mairena del Aljarafe.

- **Cerramientos exteriores**

Los cerramientos están compuestos por fábrica de ladrillo de medio pie de ladrillo hueco, enfoscado en su cara exterior, cámara de aislamiento de 5 cm de espesor y tabique de ladrillo hueco sencillo enlucido en su cara exterior.

El cerramiento tiene un peso de 271 kg/m^2 y una resistencia al viento de 60 kg/m^2 , su aislamiento acústico es de 50 dB y la estanqueidad está garantizada porque aparte del enfoscado exterior y enlucido interior tiene un acabado de pintura impermeabilizante.

- **Carpintería exterior**

Toda la carpintería de exteriores es de perfil de aluminio de espesor medio de 1,5 mm. Lleva una protección de anodizado de 15 micras. Son estancas el agua bajo un caudal de $0,12 \text{ l/min}\cdot\text{m}^2$ con presión de 4 mm de columna de agua y no permite un paso de aire superior a $60 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$. Con una atenuación acústica superior a 10 dB.

- **Vidriería**

Se utilizó vidrio estirado y masilla en toda la carpintería de ventanas, excepto en cuartos de baño que se utilizó vidrio impreso. La resistencia al viento es de 60 kg/m^2 y el espesor utilizado de 4 mm.

- **Cubierta**

Se ejecutó con tejas de hormigón, la formación de pendientes se realizó mediante forjados inclinados, en los que se proyectó un aislamiento térmico que hace también las funciones de impermeabilizante, sobre los que se colocaron rastreles que reciben las tejas.

Con estos datos es posible empezar a determinar cómo va a comportarse nuestra vivienda con respecto al entorno que la rodea, es decir, podemos conocer que transmitancias caben esperar y como se va a comportar el edificio térmicamente. Para ello crearemos un modelo virtual que nos arroje luz sobre qué elementos constructivos son deficientes en esta función, y en los que por tanto habría que intervenir.

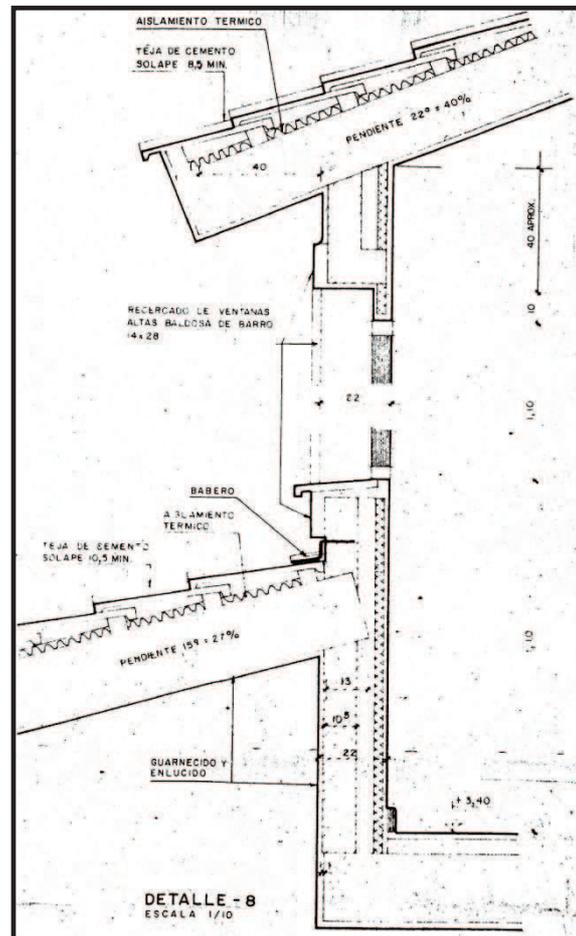


Fig 2. Detalle de cubierta y encuentros con cerramiento exterior. Extracción del proyecto original, archivo de Mairena del Aljarafe.

4. INFORME DE LA LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. LIDER CTE Y CALENER

En este apartado se comprobará si los elementos constructivos actuales de la vivienda, cumplen con las exigencias de la normativa HE 1 Limitación de la demanda energética. Para ello se han utilizado los programas informáticos oficiales, facilitados por el ministerio de industria, energía y turismo.

En primer lugar utilizamos el programa Lider CTE, basado en las determinaciones impuestas por la HE1. Introducimos todos los datos de la vivienda, composición de paramentos, planimetría, situación, etc. y con ello el software hace una simulación del comportamiento del edificio.

A continuación, al edificio simulado se le añadirán las instalaciones de las que consta, esto se realizará a través de un segundo programa informático, el Calener GT. De este se desprenderán los datos referentes al consumo de las instalaciones introducidas, facilitando además un índice de certificación energética.

4.1 LIDER CTE

Procedemos a desglosar los datos obtenidos del proceso de análisis de la edificación mediante el programa Lider CTE. En primer lugar se reflejan las características de los materiales que se usaron en la construcción.

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	Z (m ² sPa/kg)
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,583	1020,00	1000,00	10
PUR Proyección con CO2 celda cerrada	0,035	50,00	1000,00	100
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,556	1000,00	1000,00	10
Teja de hormigón	1,500	2100,00	1000,00	60
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	20
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1,316	1330,00	1000,00	80
1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,743	1220,00	1000,00	10

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	Z (m ² sPa/kg)
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,680	1140,00	1000,00	10
Piedra artificial	1,300	1750,00	1000,00	40
Mortero de cemento o cal para albañilería	0,550	1125,00	1000,00	10

Tabla 4. Características básicas de los materiales de los elementos constructivos.

A continuación se refleja la tabla con la información de transmitancias por cada tipo de elemento constructivo, su espesor y composición.

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Fachada General	0,52	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm PUR	0,115
		Proyección con CO2 celda cerrada [0.035 Tabique de LH	0,050
		sencillo [40 mm < Espesor < 60 Mortero de cemento o cal	0,040
		para albañilería y para	0,015
Cubierta	0,70	Teja de hormigón	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
Forjado	2,44	Piedra artificial	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Forjado sobre porche	0,69	Piedra artificial	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Muro de Carga en fachada	0,70	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,260
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Muro de Carga Interior	1,74	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,115
		PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0.032	0,020
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Suelo	0,75	Piedra artificial	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Hormigón convencional d 1600	0,100

Tabla 5. Transmitancia, espesores y composición de los elementos constructivos (materiales ordenados de exterior a interior respectivamente)

Tras este desglose de los elementos constructivos pasamos a los datos referentes a los huecos, marcos y vidrios, que al ser elementos críticos diferenciamos de los demás, se sintetizan en las siguientes tablas.

Nombre	Hueco 120 mm
Acristalamiento	VER_M_4 (Vertical monolítico de 4mm)
Marco	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco que ocupa el marco	25,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,27
Factor solar	0,67

Nombre	Hueco 140 mm
Acristalamiento	VER_M_4 (Vertical monolítico de 4mm)
Marco	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco que ocupa el marco	20,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,36
Factor solar	0,70

Nombre	Puerta 140 mm
Acristalamiento	VER_M_4 (Vertical monolítico de 4mm)
Marco	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco que ocupa el marco	18,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,39
Factor solar	0,72

Nombre	Puerta ventanal
Acristalamiento	VER_M_4 (Vertical monolítico de 4mm)
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco que ocupa el marco	50,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,70
Factor solar	0,50

Tablas 6,7,8 y 9. Resumen de características de huecos, vidrios y marcos.

Una vez conocidos todos los datos de transmitancias, nos vamos a la tabla de referencia para conocer cuáles de estos elementos son insuficientes con respecto a su comportamiento térmico, en base a la cual determinaremos donde hay que intervenir. La zona climática en la que nos encontramos es B4, que corresponde a la situación de la provincia de Sevilla a <200 m. Nuestra vivienda como sabemos se encuentra en Mairena del Aljarafe, con una altitud de 85 m. Los parámetros límite son los siguientes:

ZONA B4	Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno								U _{lim} : 0,82 W/m ² K	
	Transmitancia límite de cubiertas								U _{clim} : 0,45 W/m ² K	
	Transmitancia límite de huecos (U _{Hlim} W/m ² K)				Factor solar modificado límite de huecos (F _{Hlim})					
% de huecos	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna		Alta carga interna			
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
De 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
De 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
De 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
De 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
De 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
De 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

Tabla 10. Transmitancia térmica límite, de los elementos de la envolvente en zona B4, (U en W/m²K), extracción de (Apéndice D sección D.2 Parámetros característicos de la envolvente, Zona B4)

A partir de esta procedemos a listar cuales son los elementos a mejorar. En la siguiente figura podemos ver la transmitancia actual y el mínimo que debe alcanzar para cumplir con lo establecido en la HE1.

Elemento constructivo	Transmitancia	Transmitancia limite
Puerta ventanal	5,70	2,70
Medianera (muro de carga interior)	1,74	0,82
Forjado (planta baja)	2,44	0,82
Cubierta	0,70	0,45

Tabla 11. Resumen de elementos constructivos que no cumplen con los requisitos mínimos de transmitancia.

Una vez analizados los datos, vemos que se hace necesaria una intervención en ventanales de planta baja, la medianera, el forjado de planta primera, y la cubierta, por tanto habrá que estudiar opciones de mejora óptimas.

Al implementar mejoras en estos elementos constructivos, el comportamiento térmico de la vivienda será más eficiente, de manera que necesitará un menor aporte de energía para conseguir un mismo resultado, lo que contribuye a un importante ahorro económico y disminución de emisiones de gases de efecto invernadero como el CO₂.

Por último, se muestra la comparación entre la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con el de referencia, en porcentaje y en un diagrama de barras.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	70,0	91,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	58,7	41,3

Tabla 12. Porcentaje de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con respecto al de referencia y proporción entre calefacción y refrigeración.

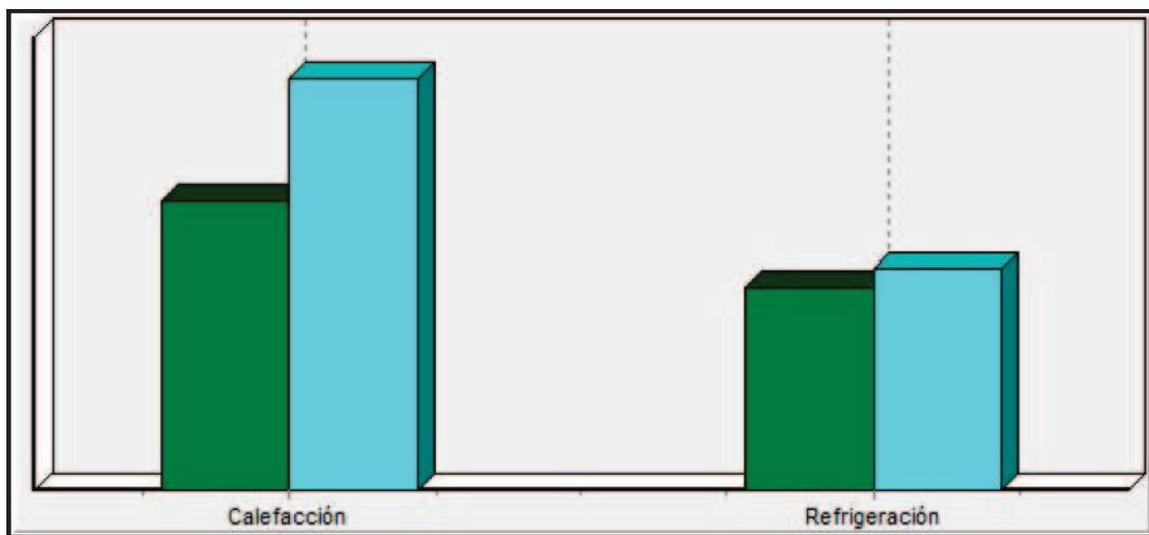


Fig. 3. Comparación entre demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto y el de referencia (Verde y Azul)

Como se ilustra en el gráfico la demanda tanto de calefacción como de refrigeración, están por debajo de la del edificio de referencia, luego en este sentido sí cumple con las exigencias de la normativa.

4.2 CALENER VyP

Pasamos a analizar el edificio con el software Calener VyP. Este programa nos permitirá conocer la calificación energética de la vivienda, en base a las instalaciones con las que está dotada. Para ello, apoyándonos en la simulación del edificio creada para el análisis con el Lider CTE, se han simulado las instalaciones, de forma que el programa calcula que emisiones y consumos tienen, y asignar así dicha calificación.

A continuación se procede a desglosar las instalaciones implantadas actualmente en el edificio.

Nombre	Brasero
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	Salón
Caudal de ventilación (m³/h)	0,0
Capacidad nominal (Kw)	2,00
Consumo nominal (Kw)	2,00
Dif. temperatura del termostato (°C)	1,00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	Aire Acondicionado
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	Salón
Tipo de equipo	Expansión directa aire-aire sólo frío
Caudal de ventilación (m³/h)	0,0
Capacidad total refrigeración nominal (Kw)	4,00
Consumo de refrigeración nominal (Kw)	2,00
Capacidad sensible refrigeración nominal (Kw)	2,60
Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)	1200,00
Dif. temperatura del termostato (°C)	1,00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	Brasero Cocina
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	Office
Caudal de ventilación (m³/h)	0,0
Capacidad nominal (Kw)	2,00
Consumo nominal (Kw)	2,00
Dif. temperatura del termostato (°C)	1,00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	Calefactor
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	Sótano
Caudal de ventilación (m³/h)	0,0
Capacidad nominal (Kw)	2,00
Consumo nominal (Kw)	2,00
Dif. temperatura del termostato (°C)	1,00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	ACS butano
Tipo	Agua caliente sanitaria
Zona	Puntos de consumo de ACS
Tipo de equipo	Caldera de combustible fósil
Capacidad nominal (Kw)	24,00
Rendimiento nominal	0,90
Nombre equipo acumulador	No procede
Porcentaje abastecimiento con energía solar %	0
Temperatura de impulsión (°C)	60
Tipo energía	Gas Butano

Tablas 13, 14, 15,16 y 17.Fichas informativas de las características básicas de las instalaciones implantadas actualmente en el edificio.

Una vez recopilada la información referente a las instalaciones que componen la vivienda, introducimos los datos en el programa, este hará una simulación anual del funcionamiento de las instalaciones, para ponderar las emisiones de CO₂ y demandas energéticas.

En base a las emisiones y demandas se adjudicará un grado de certificación energética al edificio, cuyo indicador son los kilogramos de monóxido de carbono emitidos por metro cuadrado de la vivienda. En función de este indicador el edificio tendrá asignada una letra, que indica la calidad de la vivienda con respecto a las sostenibilidad.

A continuación se muestra el grafico con el grado de certificación energética de nuestra vivienda, con una comparativa con un edificio referencia.



Fig. 4. Gráfico del grado de certificación energética de la vivienda objeto del estudio.

El edificio posee una certificación energética “E”, esto significa que está por debajo de la media en lo que a sostenibilidad se refiere, ya que el edificio de referencia está por encima, en el nivel “D” de certificación.

La vivienda no está muy por debajo del edificio ejemplo, pero no es resultado de la eficiencia de sus instalaciones, o el buen comportamiento de sus elementos constructivos, sino se debe a una deficiencia en sus instalaciones, es decir, la vivienda carece o no está dotada de las instalaciones necesarias para el confort que hoy en día se exige. Por ello podemos concluir que el edificio obtiene una buena calificación, no por la eficiencia de sus instalaciones, sino por la ausencia de las mismas.

	Edificio objeto			Edificio referencia		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda de calefacción	D	30,2	5726,4	E	43,2	8191,4
Demanda de refrigeración	B	21,2	4019,8	C	23,3	4418,0

Tabla 18.Comparativa del edificio objeto/referencia de la calificación energética de la demanda de calefacción y refrigeración.

	Edificio objeto			Edificio referencia		
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO₂ Calefa.	E	16,2	3071,8	E	13,8	2616,7
Emisiones CO₂ Refrig.	D	8,8	1668,6	D	8,9	1687,6
Emisiones CO₂ ACS	E	4,1	777,4	D	1,9	360,3
Emisiones CO₂ Totales	-	29,1	5517,8	-	24,6	4671,3

Tabla 19.Comparativa del edificio objeto/referencia de la calificación energética de las emisiones de CO₂.

Del análisis de estos datos podemos extraer, que principalmente, lo que hace que la calificación este por debajo de la del edificio ejemplo son las instalaciones, ya que como se observa, la demanda de nuestra vivienda está por debajo de la de referencia, y son estas instalaciones las que elevan la nota.

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los datos para la etiqueta de eficiencia energética, con datos referentes a consumos de energía y emisiones.

	Edificio objeto		Edificio referencia	
	Por m ₂	Anual	Por m ₂	Anual
Consumo energía final	68,8	13037,5	80,5	15266,9
Consumo energía primaria	119,6	22679,2	106,9	20268,5
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	29,1	5517,8	24,6	4671,3

Tabla 20. Resumen de consumos de energía y emisiones de CO₂ por metros cuadrados y anuales.

Como conclusión de este informe se desprende, que debe haber una intervención profunda en el edificio si se quieren alcanzar los objetivos marcados en este proyecto, ya que aún estando cerca del edificio de referencia, estamos lejos de la meta, que es conseguir un consumo nulo o casi nulo, y emisiones muy bajas. Para todo ello, en los próximos apartados se estudiará como conseguirlo a través de mejoras constructivas y la implantación de instalaciones más eficientes, tras las que volveremos a este punto para analizar los datos conseguidos con nuestra intervención.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA ENVOLVENTE

Una vez obtenidos los datos del análisis mediante software, nos disponemos a introducir mejoras allá donde sea necesario. Estas intervenciones tendrán por objeto la optimización del comportamiento térmico del edificio, avanzando en la idea de no parar en lo que se considera estrictamente necesario, si no buscar, que soluciones nos aportan beneficios en todos los aspectos, tanto de comportamiento térmico como de la practicidad a la hora de implantarlo en el edificio.

En los siguientes apartados se desglosarán las intervenciones, que se acometerán en los elementos deficientes que indicó nuestro informe, en ellas se ha buscado la sencillez de ejecución, el ahorro económico, y la eficacia.

5.1 INTERVENCIÓN EN HUECOS

Uno de los puntos críticos de los edificios cuando hablamos de transmitancias son los huecos, entendiendo por hueco, el conjunto de hueco, marco, y ventana. Debido a esto cabe guardar especial cuidado en su configuración.

El informe indicaba que uno de los diferentes tipos de ventana, en concreto el de los ventanales en el sótano, tenía una transmitancia que resultaba insuficiente, pero para la intervención se ha querido dar homogeneidad al conjunto del edificio y por ello no solo serán sustituidos los ventanales del sótano, si no que lo serán todas las ventanas.

- **Solución adoptada**

La solución adoptada consiste en la implantación de ventanas de materiales y sistemas que aislen al máximo la vivienda, pero con un presupuesto contenido, por lo que se ha optado por las ventanas de la marca *Finstral*. Las características principales de los componentes del hueco se resumen en transmitancias muy reducidas, de alrededor de $1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, disminuyendo en más de la mitad la transmitancia actual. Los marcos están dotados con perfiles de PVC, lo que conlleva muchas ventajas frente al aluminio, y además los huecos estarán equipados con un triple vidrio de un reducido factor solar. A continuación se muestra una tabla con todas las características de forma más exhaustiva.

- Ficha técnica

	FINSTRAL-SISTEMA DE JUNTA CENTRAL TOP 72-MODELO STEP LINE DE MARCO ESTANDAR
Materiales de marcos	Perfiles multicámaras en PVC rígido libre de plomo, con espesores de paredes Clase A
Medidas de sistema	Profundidad constructiva de hoja: 61 mm Anchura visual exterior: 36 mm Espesores de vidrio utilizado: 6 mm
Protección a la intemperie	Permeabilidad de aire según EN 12207 Clase 4 Hermeticidad contra golpe de lluvia según EN 12208 Clase 9A
Valores de aislamiento térmico	Marco de ventana U_f 1,3 W/m ² K Ventana U_w 1,1 hasta 1,3 W/m ² K
Valores de aislamiento acústico	Ventana R_w 32
Vidrios multifuncionales	Triple vidrio de protección térmica S-Valor, 6 mm, U_g 0,9 W/m ² K, Vidrio estándar Factor solar 0,50
Varilla distancial	Varilla distancial térmicamente optimizada en color negro
Protección anti robo	2 cierres de seguridad estándar Paquete revisado de seguridad Protect Plus correspondiente a la clase de resistencia RC 1 N
Herraje practicable/abatible ejecución estándar:	Bulones de presión tipo champiñón con graduación de altura integrada. Bisagra esquina de elevada estabilidad, herrajes de seguridad atornillados en el acero, cierre de seguridad 2 puntos, bulones de presión laterales, elevador de hoja, amortiguación del contacto del abatible, freno de apertura, barrera contra el viento, clip retenedor.
Equipamiento adicional	Herraje de ahorro energético de verano/invierno, apertura practicable de 2 niveles, apertura de aireación, aireador pasivo para ventanas, freno de hoja, bisagras ocultas, 4 puntos de seguridad, cierres de seguridad repartidos en toda la ventana, contacto imán.
Tipos de apertura	Practicable/abatible, puerta corredera paralela Comfort con apertura para aireación.
Formas	Formas rectangulares.
Superficies	Texturado.
Colores	Blanco antiguo.

Tabla 21. Características técnicas de los componentes hueco (marco y vidrio)

- **Justificación de la elección**

La elección del PVC como material de los marcos frente al aluminio es una cuestión de prestaciones, ya que presenta muchas ventajas frente a este. El PVC posee unos buenos resultados de aislamiento como se ha podido comprobar en la ficha técnica, siendo hasta tres veces más aislante que el aluminio, no produce condensaciones en la perfilaría ni da sensación de frío al tocarlo, reduce la contaminación acústica y ruido, tiene un magnífico comportamiento frente a incendios, y por último tiene una buena durabilidad y fácil mantenimiento. Por otro lado, el marco será de color blanco, este color nos ayuda a que el comportamiento sean aún mejor, debido a su baja absorción (α).

El tipo de cierre escogido es el practicable/abatible, de forma prioritaria se elige este cierre ya que es el que mejor comportamiento térmico presenta, además se le añade la opción de abatir con lo que conseguimos ventilar sin ocupar el espacio que supone una ventana practicable abierta, con ello conseguimos que las nuevas carpinterías sigan siendo prácticas.

El vidrio instalado, vidrio S-valor de 6 mm de espesor, conforma un sistema de triple vidrio 6+8+6+10+6, con las ventajas que esto conlleva, ya que al tener dos cámaras de aire convenientemente selladas mediante varillas distancias, rotura de puente térmico y recubrimientos bajo emisivos en las caras interiores de los vidrios, los valores de transmitancias son muy bajos. Actualmente la transmitancia de los huecos son de $5,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, en el límite de la normativa, con esta intervención hemos conseguido que baje a valores de $1,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, esto es un 80% de mejora. Estos valores de transmitancia se acercan a los conseguidos en los cerramientos de la vivienda, lo cual es un magnífico resultado.



Fig. 5. Sección de la solución adoptada para los huecos de ventana

Otro punto importante para la elección de los vidrios a instalar es el factor solar que tenga el conjunto. Este factor indica que cantidad de energía solar se deja pasar, siendo la elección óptima para la situación de nuestra vivienda un vidrio con un bajo factor solar (0,50), ya que por la zona geográfica en la que se encuentra el calor y por tanto la energía solar, será determinante.

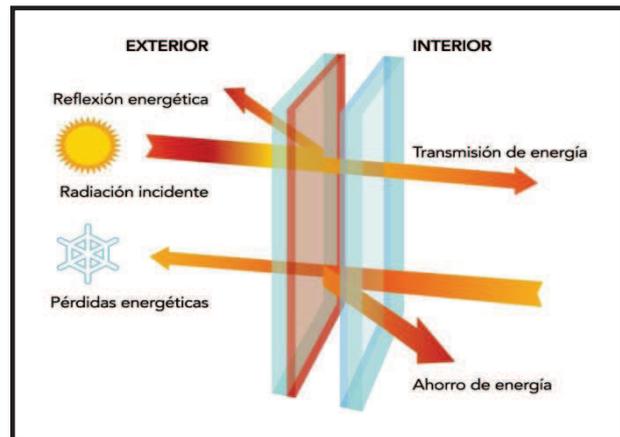


Fig. 6. Comportamiento de la energía solar en las carpinterías.

- **Implantación**

Las carpinterías se instalarán en los huecos ya existentes. En primer lugar la carpintería actual será quitada de los huecos, manteniendo los premarcos, ya que estos se aprovecharán para las nuevas ventanas, abaratando así los costes de ejecución. A continuación se presenta la relación de huecos y carpinterías a instalar.

Hueco	Tipo de apertura	Orientación	Dimensiones	Observaciones
Hueco 120 (1) V	Practicable/Abatible	Sur	1200X1000 mm	Ventanas de los dormitorios.
Hueco 120 (2) V	Practicable/Abatible	Sur	1200X1000 mm	
Hueco 120 (3) V	Practicable/Abatible	Norte	1200X1000 mm	
Hueco 120 (4) V	Practicable/Abatible	Norte	1200X1000 mm	
Hueco 120 (5) V	Practicable/Abatible	Norte	1200X1000 mm	
Hueco 140 (1) V	Practicable/Abatible	Sur	1400X1600 mm	Ventanales del salón.
Hueco 140 (2) V	Practicable/Abatible	Norte	1400X1600 mm	

Hueco	Tipo de apertura	Orientación	Dimensiones	Observaciones
Hueco 140 (3) P	Puerta corredera oscilo-paralela	Norte	1400x2200 mm	Salida a terraza.
Ventanales (1) V	Practicable	Sur	1800x800 mm	Ventanal office.
Ventanales (2) V	Ventana corredera oscilo-paralela	Norte	2500x2100 mm	Ventanales del sótano
Ventanales (3) V	Practicable/Abatible	Norte	1600x1800 mm	
Ventanales (4) V	Practicable/Abatible	Norte	1750x1800 mm	
P. Ventanal (1) P	Practicable	Norte	850x2200 mm	Puerta del sótano.

Tabla 22. Resumen de las características diferenciadoras de los huecos de la vivienda.

- **Medición y presupuesto**

A continuación se muestra el desglose del presupuesto para las carpinterías de la vivienda.

FCP060	Ud	Carpintería exterior de PVC. Hueco 120 (1,2,3,4,5)			
Ventana de PVC, dos hojas practicables y abatibles, dimensiones 1200x1000 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales, con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt24vek020afe	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables y abatibles, dimensiones 1400x1000 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales térmicamente optimizadas, con acabado natural en color blanco texturizado, perfiles de estética recta, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	437,14	437,14
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	4,800	5,94	28,51
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,807	17,90	32,35
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,903	17,04	15,39
	%	Medios auxiliares	2,000	513,99	10,28
	%	Costes indirectos	3,000	524,27	15,73
Coste de mantenimiento decenal: 33,26€ en los primeros 10 años.				Total:	540,00
Cantidad			5	Total:	2700

FCP060		Ud	Carpintería exterior de PVC. Huevo 140 (1,2)		
Ventana de PVC, dos hojas practicables y abatibles, dimensiones 1400x1600 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales, con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio
mt24vek020afh	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables y abatibles, dimensiones 1400x1600 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales térmicamente optimizadas, con acabado natural en color blanco texturizado, perfiles de estética recta, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	533,25	533,25
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	5,400	5,94	32,08
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,713	17,90	30,66
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,857	17,04	14,60
	%	Medios auxiliares	2,000	839,64	16,79
	%	Costes indirectos	3,000	856,43	25,69
Coste de mantenimiento decenal: 35,56€ en los primeros 10 años.				Total:	653,67
Cantidad			2	Total:	1307,34

FCP060		Ud	Carpintería exterior de PVC. Huevo 140 (3)		
Puerta balconera de PVC, dos hojas una fija y otro oscilo-paralela, dimensiones 1400x2200 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales, con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio
mt24vek100agd	Ud	Ventana de PVC, dos hojas una fija y otro oscilo-paralela, dimensiones 1400x2200 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales térmicamente optimizadas, con acabado natural en color blanco texturizado, perfiles de estética recta, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	765,55	765,55
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	4,900	5,94	29,11
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,570	17,90	28,10
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,785	17,04	13,38
	%	Medios auxiliares	2,000	1502,23	30,04
	%	Costes indirectos	3,000	1532,27	45,97
Coste de mantenimiento decenal: 41,28€ en los primeros 10 años.				Total:	912,75

FCP060		Ud	Carpintería exterior de PVC. Ventanales (1)		
Ventana de PVC, cuatro hojas practicables y abatibles, dimensiones 1800x800 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales, con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio
mt24vek020afh	Ud	Ventana de PVC, cuatro hojas, dos fijas y dos practicables y abatibles, dimensiones 1800x800 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales térmicamente optimizadas, con acabado natural en color blanco texturizado, perfiles de estética recta, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	497,62	497,62
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	5,400	5,94	32,08
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,713	17,90	30,66
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,857	17,04	14,60
	%	Medios auxiliares	2,000	839,64	16,79
	%	Costes indirectos	3,000	856,43	25,69
Coste de mantenimiento decenal: 35,56€ en los primeros 10 años.				Total:	618,04

FCP060	Ud	Carpintería exterior de PVC. Ventanales (2)			
Puerta balconera de PVC, dos hojas, una fija y otra hoja oscilo-paralela, dimensiones 2500x2100 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales, con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt24vek120aed	Ud	Ventana de PVC, dos hojas, una fija y otra oscilo-paralela, dimensiones 2500x2100 mm, compuesta de marco, hojas y varillas distanciales técnicamente optimizadas, con acabado natural en color blanco texturizado, perfiles de estética recta, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	1426,89	1426,89
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	4,500	5,94	26,73
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,616	17,90	28,93
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,808	17,04	13,77
	%	Medios auxiliares	2,000	2132,53	42,65
	%	Costes indirectos	3,000	2175,18	65,26
Coste de mantenimiento decenal: 41,80€ en los primeros 10 años.				Total:	1604,83

FCP060	Ud	Carpintería exterior de PVC. Ventanales (3)			
Ventana de PVC, dos hojas practicables, dimensiones 1600x1300 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt24vek020ahh	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables, dimensiones 1600x1300 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	624,45	624,45
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	5,800	5,94	34,45
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,664	17,90	29,79
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,832	17,04	14,18
	%	Medios auxiliares	2,000	968,90	19,38
	%	Costes indirectos	3,000	988,28	29,65
Coste de mantenimiento decenal: 36,46€ en los primeros 10 años.				Total:	752,50

FCP060	Ud	Carpintería exterior de PVC. Ventanales (4)			
Ventana de PVC, dos hojas practicables, dimensiones 1900x1300 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt24vek020akh	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables, dimensiones 1900x1300 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	741,00	741,00
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	6,400	5,94	38,02
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,621	17,90	29,02
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,811	17,04	13,82
	%	Medios auxiliares	2,000	1053,40	21,07
	%	Costes indirectos	3,000	1074,47	32,23
Coste de mantenimiento decenal: 38,68€ en los primeros 10 años.				Total:	875,76

FCP060	Ud	Carpintería exterior de PVC. Puerta ventanal (1)			
Puerta balconera de PVC, una hoja practicable, dimensiones 800x2100 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, con premarco.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt24vek090at	Ud	Puerta balconera de PVC, una hoja practicable, dimensiones 800x2100 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto, Según UNE-EN 14351-1. Incluido desmontaje de carpintería antigua.	1,000	504,75	504,75
mt24pem010	m	Premarco para carpintería exterior de PVC.	3,700	5,94	21,98
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,200	3,00	0,60
mo017	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,744	17,90	31,22
mo055	h	Ayudante cerrajero.	0,872	17,04	14,86
	%	Medios auxiliares	2,000	730,87	14,62
	%	Costes indirectos	3,000	745,49	22,36
Coste de mantenimiento decenal: 26,64€ en los primeros 10 años.				Total:	611,39

Para terminar se presenta una tabla resumen del presupuesto de ejecución material incluyendo los impuestos, del que más adelante sacaremos conclusiones de su viabilidad económica y su amortización a largo plazo.

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.	
Carpintería	Precio partida
Hueco 120 (1,2,3,4,5)	2700
Hueco 140 (1,2)	1764,24
Hueco 140 (3)	1578,24
Ventanales (1)	882,12
Ventanales (2)	2240,44
Ventanales (3)	1017,93
Ventanales (4)	1106,70
Puerta ventanal (1)	767,85
Total P.E.M	9387,56
I.V.A 21%	1971,39
TOTAL (€)	11358,95

5.2 INTERVENCIÓN EN CERRAMIENTOS EXTERIORES

Para subsanar las deficiencias en los elementos constructivos, que nos indicaba el informe, se ha optado por medidas correctoras de carácter práctico y eficiente, por lo que se busca una optimización del espacio disponible y un buen comportamiento térmico.

Los elementos constructivos afectados por la intervención son; cubierta, medianera, y forjado de primera planta. Deficientes en mayor o menor medida, a fin de nuevo de homogeneizar el conjunto del edificio, se opta por buscar una solución válida para los distintos tipos de casos, esto nos abaratará los costes.

- **Solución adoptada**

La solución por la que se ha optado, es la composición de un revestimiento interior en los paramentos, de forma que se le añade una capa de espesor mínimo. Esta capa está conformada por un recubrimiento aislante de última generación, y panel de cartón-yeso, unido al paramento con una maestra omega. A continuación se muestran las fichas técnicas de cada una de las partes que componen este conjunto.

- **Fichas técnicas**

	
Denominación	Poliuretano o polisocianurat o (PUR)
Origen	Sintético
Conductividad (W/m·K)	0,025
Factor de resistencia del vapor de agua (μ)	100
Inflamable	Si
Precio aproximado (€/m²)	<10
Formato	Rollo de Espuma
Medidas de protección en su instalación	Ojo, sistema respiratorio y piel
Costes energéticos de producción (MJ/kg²)	De 70 a125
Contenido del producto reciclado (0-3)	1
Biodegradable	No

Tabla 23. Características técnicas del aislante de poliuretano.

W622.es TRASDOSADO DIRECTO MAESTRA OMEGA	KNAUF CON		
D (mm)	31		
Aislante "a" (mm)	15 (Poliuretano)		
Placa Knauf espesor "d" (mm)	12,5		
Peso (kg/m ²)	13		
Altura máxima (m)	10		
Resistencia térmica (m ² ·K/W)	-		

Tabla 24. Características técnicas del panel de cartón-teso Knauf W622.es.

D154.es TECHO FIJO	KNAUF			
Espesor de la placa (mm)	12,5			
Separación maestras (Transversal) (mm) "b"	500			
Separación entre fijaciones (mm) "a"	700			
D (mm)	31			
Aislante (mm)	15 (Poliuretano)			
Distancia mínima a pared de maestra (mm)	100			

Tabla 25. Características técnicas del panel de cartón-yeso Knauf D154.es.

- **Justificación de la elección**

Esta intervención proporciona una solución que hará que las transmitancias de la vivienda sean muy homogéneas, estando todas ellas comprendidas entre 0,40 y 0,80 W/m²·K, esto ayuda a que el comportamiento térmico mejore.

La utilización del poliuretano como aislante térmico nos aporta una gran mejora de las transmitancias, su conductividad es muy baja, siendo de los materiales más eficientes en este sentido, ya que requiere un mínimo espesor para aislar lo mismo que cualquier otro material. Esto supone además un beneficio económico puesto que para un mismo grado de aislamiento, la espuma de Poliuretano necesita un menor espesor, lo que implica una mayor superficie habitable.

La Espuma de Poliuretano presenta una gran resistencia frente a los efectos del paso del tiempo y tiene una larga vida útil, manteniéndose sin deteriorarse durante más de 75 años. Esta característica hace que su amortización esté prácticamente asegurada, ya que se dispone de su eficacia durante un periodo de tiempo muy extenso. Además al tener una vida útil tan prolongada se obtiene un balance muy positivo sobre el efecto invernadero.

Con un revestimiento continuo intermedio como la espuma de Poliuretano no es necesario enfoscado, ya que el propio material satisface los requisitos de impermeabilidad, permitiendo también la transpiración, en cualquier clima y sin necesidad de una barrera de vapor. Esta circunstancia también supone otro beneficio económico, tanto por el ahorro en mortero para el enfoscado como por la superficie que se gana al no ser necesario éste. Estar clasificado como revestimiento continuo intermedio también significa una ausencia de patologías en los muros bajo condiciones extremas.

Por último, resulta muy efectivo para disminuir la transmisión de sonidos y para amortiguar vibraciones y eliminar resonancias.

La implantación de los sistemas de la marca *Knauf* hará que el aprovechamiento del espacio disponible sea máximo, y que por tanto la vivienda no solo gane en habitabilidad, si no que no pierda en espacios interiores. Al ser un sistema formado por perfiles maestros omega y paneles de cartón-yeso, podremos disponer el aislante de poliuretano en el espacio comprendido entre los paramentos de sustentación y el aplacado de cartón-yeso.

- **Implantación**

En primer lugar se fijaran las planchas de Poliuretano (PUR) a las placas de cartón-yeso por la cara que queda oculta tras su colocación, esto se hace así debido a que la normativa contra incendios así lo indica, teniendo que estar la capa aislante sobre la cara oculta del cartón-yeso y no sobre el elemento constructivo a intervenir.

El aislante será cortado y se pegará mediante fijaciones mecánicas compatibles con el sistema, quedando adherido a las placas de cartón-yeso, de forma que creamos nuestro propio panel aislante, con unas propiedades térmicas muy buenas.

Los paneles de cartón-yeso irán arriostrados a los elementos constructivos por el interior de la vivienda, en función de que su instalación sea vertical u horizontal, se utilizará un sistema u otro. Siendo el elegido para los elementos horizontales el techo fijo D154 de la marca *Knauf*, y el W622 para los verticales.

Cuando se implante en vertical se seguirán las siguientes directrices para su montaje. Con respecto a los perfiles maestros omega, para su colocación se marcará en el suelo la línea que define el paramento terminado, también en las verticales la posición de los perfiles OMEGA cada 600 mm. En la zona superior e inferior del trasdosado, se deberán colocar unas piezas testereras, para facilitar el acabado, la colocación de rodapiés y por último, anclar los perfiles a la pared utilizando fijaciones adecuadas.

Las placas de yeso laminado se instalarán, en primer lugar presionando la placa y calzándola para evitar que descienda. La placa deberá quedar levantada 15 mm. con respecto al suelo, y se atornillarán las placas a las maestras con tornillos auto-perforantes. La separación máxima de tornillos será de 25 mm, las placas llevan impresa una letra “K” cada 25 mm para indicar el sitio de atornillado.

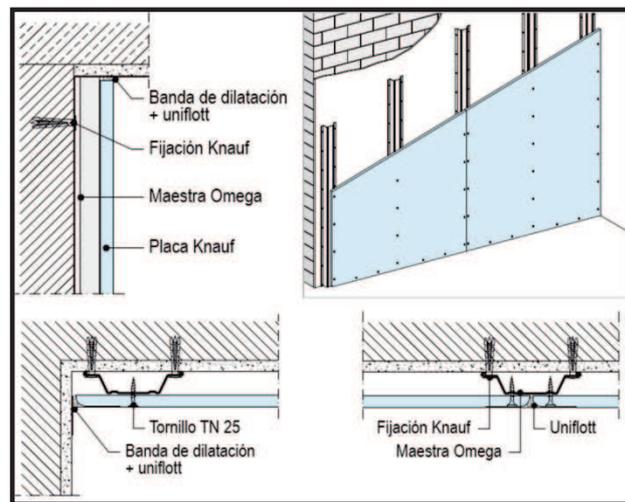


Fig. 7. Detalle de disposición del sistema W622 Knauf

En las zonas de puertas no se realizarán juntas coincidentes con los vértices del cerco, las juntas deberán ser en bandera. Los cantos de testa de las placas deberán ser biselados para emplastecer posteriormente con uniflott, y para terminar se procedería al tratamiento de las juntas.

En el caso de la implantación en horizontal, se replantearán en el techo las líneas donde irán colocados los perfiles Omega, la separación entre perfiles no debe exceder de lo indicado en la tabla 23. Sobre la línea de los perfiles se replanteará la posición de las fijaciones, a continuación se colocarán los perfiles Omega y fijarán al techo con fijaciones adecuadas, si fuese necesario prolongar los perfiles, el punto de solape, se contrapeará cada dos perfiles consecutivos. El encuentro con tabiques se resolverá con una banda de dilatación o silicona acrílica en esta zona.

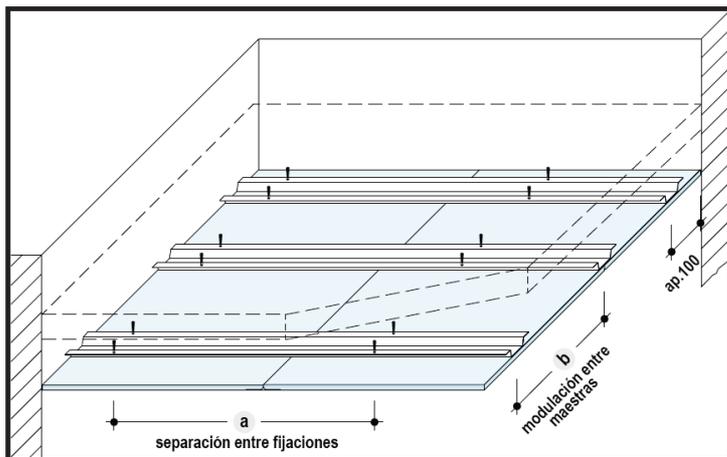


Fig. 8. Detalle de disposición del sistema D154 Knauf.

Para terminar se colocarán las placas en la parte inferior de la estructura, perpendiculares a los perfiles, alternando las juntas de testa de las placas y atornillándolas a los mismos cada 170 mm con tornillos auto-perforantes *Knauf*.

Tanto en la solución de paramentos verticales como horizontales habrá un paso a seguir para evitar los puentes térmicos. Cuando se realice el replanteo de las maestras Omega, también se realizará el de las planchas de poliuretano, que se alojan en el interior de la “u” de estos perfiles, ya que sobre los paneles laminados de cartón-yeso no se dispondrá el aislamiento en toda su superficie, dejando un solape para el atornillado con los perfiles.

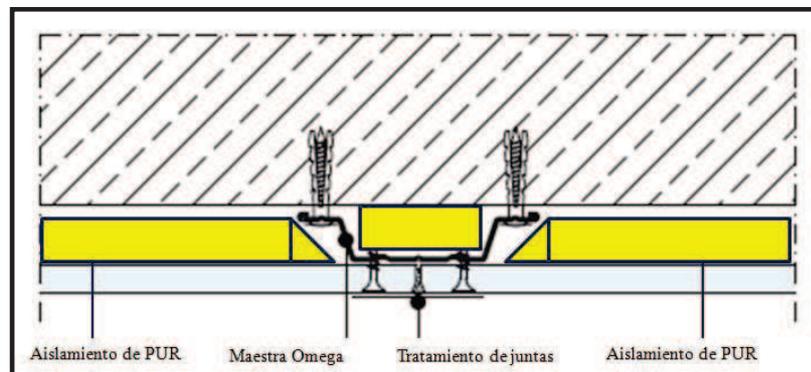


Fig. 9. Detalle de aislamiento en junta de placas laminadas de cartón-yeso.

A fin de reducir al máximo los posibles puentes térmicos, una vez colocados los perfiles maestros y antes de la colocación de las placas, se aplicará una capa de poliuretano proyectado manualmente con espray sobre el perfil Omega, quedando una capa muy superficial del aislante sobre los posible huecos, lo que dará uniformidad a la capa aislante de PUR.

• **Medición y presupuesto**

A continuación se muestran el coste de las partidas que resultan de la implantación de la solución adoptada.

FFW010		m ²	Sistema "KNAUF" de trasdosado directo, de placas de yeso laminado, en cerramientos		
Trasdosado directo sobre cerramiento, W 622 "KNAUF" realizado con placa de yeso laminado - 12,5 Standard (A) , anclada al paramento vertical mediante perfilera tipo Omega; 27,5 mm de espesor total, separación entre maestras 600 mm.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt12pik015	kg	Pasta de agarre Perifix "KNAUF", según UNE-EN 14496.	0,100	0,57	0,06
mt12pik011d	m	Maestra Omega "KNAUF" 90x15x50 mm, de chapa de acero galvanizado.	2,000	1,46	2,92
mt12ppk010a	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado, Standard "KNAUF".	1,050	4,36	4,58
mt12ptk010ad	Ud	Tornillo autoperforante TN "KNAUF" 3,5x25.	14,000	0,01	0,14
mt12pik010b	kg	Pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,300	1,33	0,40
mt12pck010a	m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	1,600	0,03	0,05
mo049	h	Oficial 1ª montador de prefabricados interiores.	0,364	18,21	6,63
mo093	h	Ayudante montador de prefabricados interiores.	0,124	16,98	2,11
	%	Medios auxiliares	2,000	16,89	0,34
	%	Costes indirectos	3,000	17,23	0,52
Coste de mantenimiento decenal: 1,95€ en los primeros 10 años.				Total:	17,75
Cantidad			49,20 m2	Total:	873,3

FFW010		m ²	Sistema "KNAUF" de techo fijo, de placas de yeso laminado, en cerramientos horizontales.		
Techo fijo, D154 "KNAUF" realizado con placa de yeso laminado - 12,5 Standard (A) , anclada al paramento horizontal mediante perfilera tipo Omega; 27,5 mm de espesor total, separación entre maestras 500 mm.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt12pik015	kg	Pasta de agarre Perifix "KNAUF", según UNE-EN 14496.	0,100	0,57	0,06
mt12pik011d	m	Maestra Omega "KNAUF" 90x15x50 mm, de chapa de acero galvanizado.	2,000	1,46	2,92
mt12ppk010a	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado, Standard "KNAUF".	1,050	4,36	4,58
mt12ptk010ad	Ud	Tornillo autoperforante TN "KNAUF" 3,5x25.	14,000	0,01	0,14
mt12pik010b	kg	Pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,300	1,33	0,40
mt12pck010a	m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	1,600	0,03	0,05
mo049	h	Oficial 1ª montador de prefabricados interiores.	0,450	18,21	8,19
mo093	h	Ayudante montador de prefabricados interiores.	0,200	16,98	2,11
	%	Medios auxiliares	2,000	16,89	0,34
	%	Costes indirectos	3,000	17,23	0,52
Coste de mantenimiento decenal: 1,95€ en los primeros 10 años.				Total:	20,60
Cantidad			57,60 m2	Total:	1186,56

NAP010		m ²		Aislamiento intermedio de planchas de poliuretano en trasdosados directos de cartón-yeso.		
Aislamiento intermedio en trasdosados directos de cartón-yeso, formado por planchas de poliuretano D/100 con canto recto, de 2000x1000 mm y 15 mm de espesor, fijado mecánicamente.						
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida	
mt16vki020e	m ²	Plancha de poliuretano D/100 con canto recto, de 2000x1000 mm y 15 mm de espesor, compuesto por planchas de espuma rígida de poliuretano, conductividad térmica 0,025 W/(mK), densidad 100 kg/m ³ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 100 (μ) y Euroclase AE de reacción al fuego, según UNE 53127, para aislamiento térmico y acústico y protección frente a incendios, en edificación.	1,050	8,11	8,52	
mt16aaa020gc	Ud	Fijación mecánica para planchas aislantes de poliuretano, colocados directamente sobre la superficie soporte.	4,000	0,13	0,52	
mo050	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,140	18,21	2,55	
mo094	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,070	16,98	1,19	
	%	Medios auxiliares	2,000	15,65	0,31	
	%	Costes indirectos	3,000	15,96	0,48	
Coste de mantenimiento decenal: 0,33€ en los primeros 10 años.				Total:	13,57	
Cantidad			106,80 m ²	Total:	1449,27	

Por último, vemos el presupuesto de ejecución material teniendo en cuenta los impuestos, estos datos serán retomados en apartados futuros, donde se estudiara su viabilidad económica, en relación al ahorro energético que nos aportan.

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.	
Trasdosados con aislamientos térmicos	Precio partida
Trasdosado directo sobre cerramiento, W 622 "KNAUF"	873,30
Techo fijo, D154 "KNAUF"	1186,56
Aislamiento intermedio de planchas de poliuretano	1449,27
Total P.E.M	3509,14
I.V.A 21%	736,91
TOTAL (€)	4246,05

6. JUSTIFICACIÓN DE LA DOTACIÓN DE INSTALACIONES

Nuestra vivienda se encuentra en una zona privilegiada en cuanto a radiación solar al día se refiere, este hecho debe ser aprovechado y utilizado a favor de los usuarios, por ello es la mejor opción optimizar nuestras instalaciones a fin de aprovechar la energía solar, ya sea para calentar agua o generar electricidad.

La instalación de gas butano que existe actualmente está totalmente desfasada, sin embargo con la implantación de la instalación de agua caliente sanitaria mediante placas solares, se obtiene beneficio tanto económico como de confort. Nuestro objetivo en esta instalación es diseñarla de tal forma que exista un equilibrio óptimo entre inversión y ahorro, por lo que aún teniendo una necesaria energía de apoyo, mediante gas butano, esta no sea prácticamente necesaria.

Con respecto a la instalación de aire acondicionado, el nivel de confort térmico será notable después de la instalación del sistema de climatización, ya que actualmente las instalaciones o aparatos encargados de satisfacer la demanda de calefacción o refrigeración son tan eficientes como variadas. La calefacción se consigue a través de varios radiadores portátiles, que trabajan con efecto “joule”, que es la forma de obtención de energía más ineficiente, y la refrigeración solo la encontramos en el salón, con una instalación muy antigua, con los problemas que ello conlleva.

La instalación de la producción de energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas, es una instalación compleja en muchos aspectos pero que de implantarse con éxito reportará unos beneficios notables a los usuarios, ya que les hará tener cierta independencia de los suministradores de energía, que además vemos como año tras año elevan las facturas de esta. Ante esta situación se plantea su instalación, que además será objeto de un estudio de viabilidad económica, junto con las demás instalaciones e intervenciones.

Con todas estas mejoras de las instalaciones, conseguimos un ahorro muy importante, no solo en lo que se refiere a dinero, sino también en lo que concierne a la no emisión de gases de efecto invernadero, puesto que tras la intervención, las emisiones de la vivienda serán mínimas, tan solo siendo necesario el aporte de energía externa en contados días de invierno.

7. MEMORIA AGUA CALIENTE SANITARIA

7.1 NORMATIVA

- **Ámbito de aplicación**

La normativa de referencia para la producción de agua caliente sanitaria (ACS), es CTE-DB-HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, donde se especifica en qué condiciones será suministrada.

Nos indica que nuestra vivienda está en el ámbito de aplicación de la norma, ya que se trata de una vivienda en rehabilitación (energética), donde existe una demanda de agua caliente sanitaria. Para realizar este procedimiento establece tres pasos:

- Obtención de la contribución solar mínima según el apartado 2.1
- Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3
- Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4

- **Caracterización y cuantificación de las exigencias**

La obtención de la contribución solar mínima anual (%) viene dada por la tabla 2.1 de apartado 2 de la HE 4, que determina el porcentaje de contribución solar mínima en función de la demanda de ACS de la vivienda y la zona climática donde se encuentra. Siendo el caso que nos ocupa un caso general, en el que la fuente de energía auxiliar es el gas natural.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5000	30	30	50	60	70

Tabla 26. Contribución solar mínima %. Caso general. (Tabla 2.1 HE 4)

Nuestra vivienda se encuentra en Sevilla, cuya zona climática pertenece al sector V, y que por tanto deberá tener una contribución solar mínima que supere el 70 %. Porcentaje que será superado en nuestra instalación, ya que intentaremos sacar el máximo partido a dicha implantación, a fin de que aún en los meses de menor irradiación el porcentaje de contribución este muy cercano al 100 % de la demanda, teniendo en cuenta eso y los costes que esto puede conllevar, ya que buscamos la óptima relación gasto/ahorro.

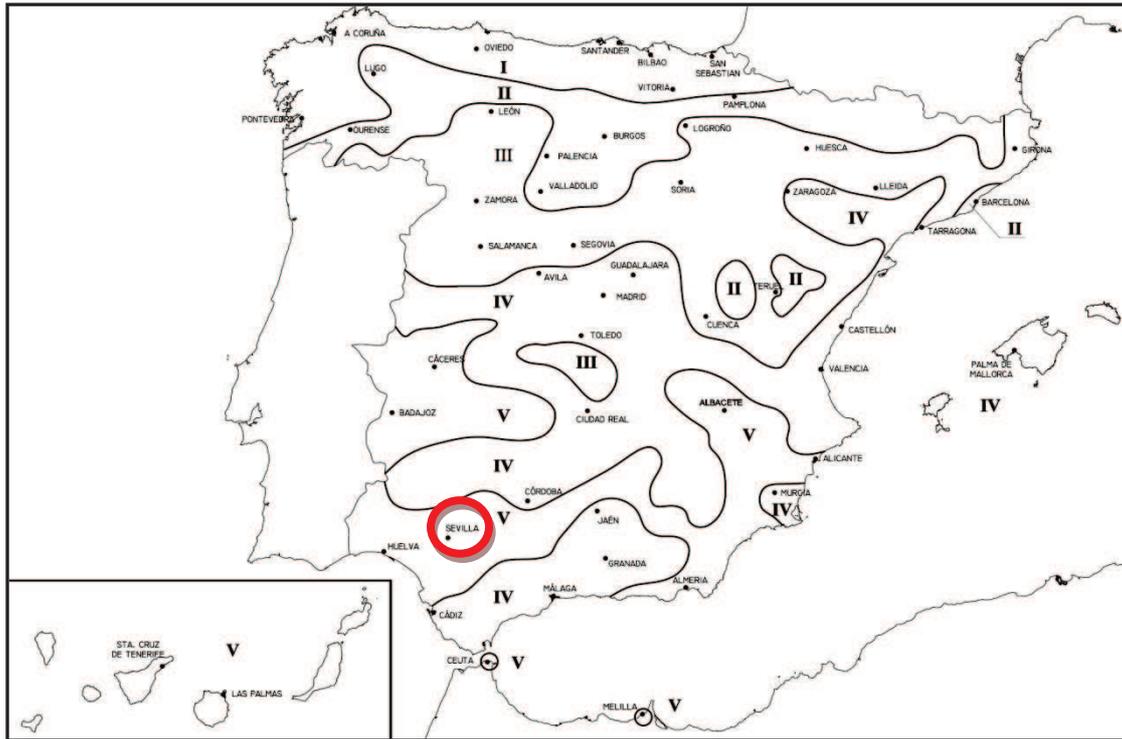


Fig. 10. Zonas climáticas. (Fig. 3.1. HE4)

El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 %. A estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50 % por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- Disipar dichos excedentes
- Tapado parcial del campo de captadores
- Vaciado parcial del campo de captadores
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes

En nuestro caso se optará por la disipación de dichos excedentes, tapado parcial del campo de captadores, que variará en función de la época del año, y lo que provocará la refrigeración del sistema. Aunque a pesar de esta medida la normativa establece un seguimiento durante todo el año de la instalación a fin de evitar daños por sobrecalentamientos.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla 2.4.

Caso	Orientacion e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 27. Perdidas límite. (Tabla 2.4 HE4)

En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos y sin sombra alguna.

- **Cálculo y dimensionado**

El diseño y dimensionado según el CTE-DB-HE 4 se tratará de forma más extensa en el apartado de justificación del cálculo y dimensionado, donde repasaremos paso por paso todas las exigencias de dicha normativa.

- **Mantenimiento**

Por último, tener en cuenta todas las prescripciones de mantenimiento de la normativa con respecto a la instalación de agua caliente sanitaria. Este punto será tratado con más extensión en el apartado de mantenimiento de la instalación. Donde quedan reflejadas tanto las operaciones mínimas de manteamientos de la instalación exigidos por la normativa, como operaciones adicionales que pudieran ser aplicadas.

7.2 JUSTIFICACIÓN DEL DIMENSIONADO

Según el Documento básico HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del CTE como hemos analizado en el apartado anterior nos indica los requisitos mínimos para el cálculo y dimensionado de la instalación de ACS:

- **Datos previos**

Según la tabla 3.1, las viviendas unifamiliares necesitan de una media de 30 litros de ACS por persona a 60°C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60°C	
Viviendas unifamiliares	30	Por persona

Tabla 28. Demanda de referencia a 60°C. (Tabla 3.1 HE4)

Por otro lado, el punto 4 del apartado 3.1.1 de este documento nos indica el número de personas en función del número de dormitorios por vivienda, en nuestro caso 5, por lo que tendremos un total de 7 personas por vivienda.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	Más de 7
Número de personas	1,5	3	4	6	7	8	9	

Tabla 29. Personas a dimensionar en función de los dormitorios.

Con todos estos datos podemos calcular los litros que son necesarios para abastecer a nuestra vivienda teniendo en cuenta, la estimación de consumo de ACS por persona, y el número de residentes en función del número de dormitorios.

$$7 \text{ personas} \times 30 \text{ litros de ACS} = 210 \text{ litros ACS al día a } 60^{\circ}\text{C.}$$

Obtenemos que en nuestra vivienda serán necesarios 210 L de ACS al día a una temperatura de 60°C, con lo que ya podemos empezar con el cálculo de la instalación más en profundidad.

- **Demanda energética**

Nuestra energía de apoyo será el gas natural, aunque como ya comentamos anteriormente se sobre dimensionará la instalación para que el aporte energético auxiliar sea el menor posible. Supondremos una ocupación de la vivienda del 100% durante todo el año ya que esta es la vivienda habitual de los usuarios.

En la tabla que se muestra a continuación, se establece la demanda energética anual de nuestra vivienda, para ello se ha tenido en cuenta los litros de consumo diarios, donde se parte de la temperatura a la que llega el agua a la vivienda en los diferentes meses del año, y el incremento de temperatura necesario para alcanzar los 60°C de servicio, con lo que se puede deducir que aporte energético es necesario para alcanzar dicha temperatura.

Calculo energético												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo de agua (l/día)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
T° media de agua red (°C)	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
Incremento T ^a (°C)	52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52
Demanda energ. (KWh)	393	348	370	343	347	329	332	340	336	355	358	393
Tabla 30. Calculo de la demanda energética anual.												Total demanda energética anual: 4244 KWh

- **Componentes del sistema**

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- un sistema de captación formado por los captadores solares.
- un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc.
- un sistema de acumulación/intercambio.
- sistema de regulación y control.
- adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar.

- *Captación*

A la hora de elegir nuestro sistema de captación tendremos en cuenta que queremos generar más del 70% de contribución mínima que nos especifica la norma. Por ello, la instalación estará formada por 2 captadores *VAILLANT VFK 145 H*.

Datos del captador seleccionado		Factor de efici. óptica	0.801
Modelo	VAILLANT VFK 145H	Coef. Global de perdi.	3.320 W/(m ² *°C)
Dimensiones	2.033 m x 1.230 m	Área útil	2.35 m ²

Tabla 31. Características técnicas de los captadores.

2 captadores con un área útil de captación de 4,70 m².

- *Circuito hidráulico*

Constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encargará de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. Las bombas están integradas en el interacumulador. El esquema de distribución de tuberías y válvulas necesarias se adjuntará en plano.

- *Bombas*

Las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

- *Tuberías*

El sistema de tuberías y su material no permitirá que exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo. Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema será corta, para evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. El aislamiento de las tuberías de intemperie llevará una protección externa para asegurar la durabilidad ante las acciones climatológicas.

- *Interacumulador*

La normativa exige que la relación entre área de captación y volumen de acumulación debe cumplir que $50 < V / A < 180$, dato esencial para la elección de nuestros equipos. De modo que una superficie de 8 m^2 y una acumulación de 800L:

$$50 < 300 / 2,35 < 180 \rightarrow 50 < 127,66 < 180, \text{ por lo que cumplimos con la normativa.}$$

- *Sistema de regulación y control*

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de control estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de $7 \text{ }^\circ\text{C}$. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor de $2 \text{ }^\circ\text{C}$.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

- *Sistema de energía auxiliar convencional*

Este equipo se instala a fin de asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica. El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar, aunque no entrará en funcionamiento salvo que sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación. Dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. Al no disponer de acumulación este equipo deberá ser capaz de poner el agua a temperatura de demanda independientemente de cuál sea la temperatura de llegada a dicho equipo.

En resumen nuestro sistema de forma básica estará formado por:

2 captadores con un área útil de captación de 2,35 m². Volumen de acumulación ACS de 300 L

- **Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación**

La posición de los captadores solares no es óptima puesto que la inclinación será la misma que la de la cubierta (25°), y que por tanto quedará mejor integrado en la edificación. Además la orientación no es completamente sur estando desviada 15° hacia el oeste. No hay pérdidas por sombras propias o arrojadas.

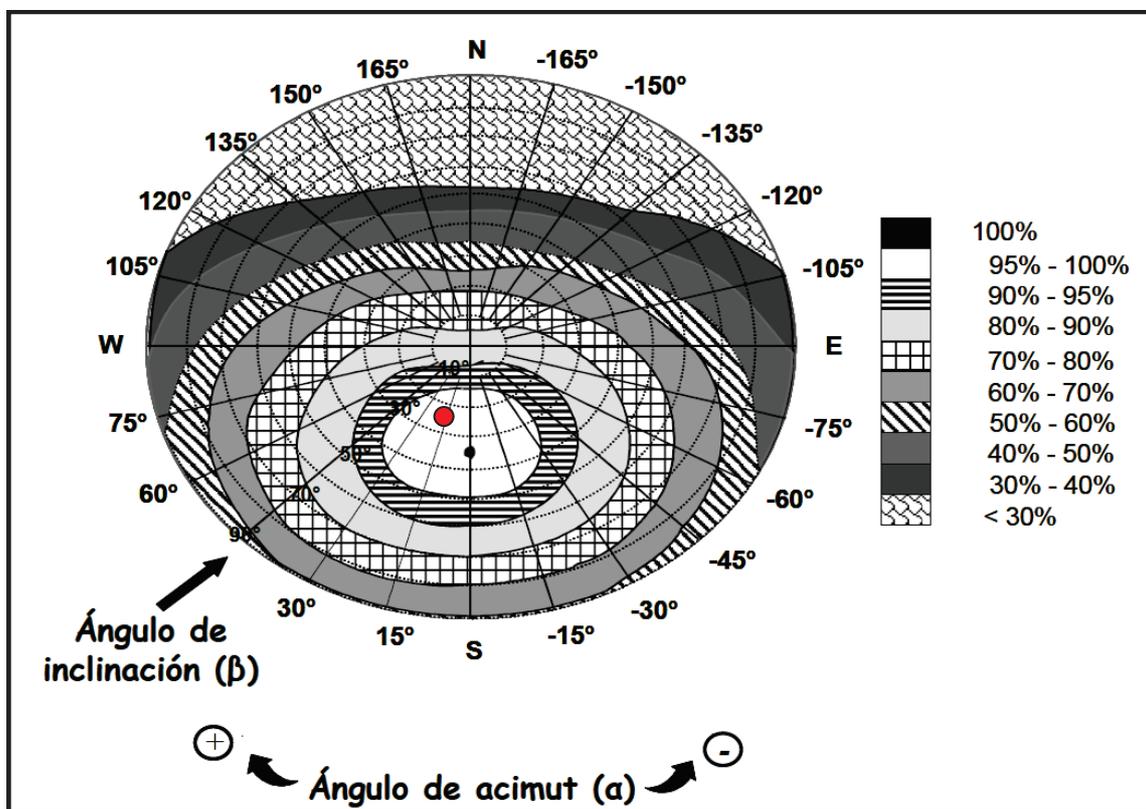


Fig. 11. Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación. (Fig. 3.3. HE4).

Pérdidas en el caso general	
Pérdidas por inclinación (óptima 35°)	0,99 %
Pérdidas por desorientación con el sur	0,79 %
Pérdidas por sombras	0 %

Tabla 31. Porcentaje de pérdidas consideradas en el cálculo en el caso general.

- **Energía solar térmica aportada**

A continuación calcularemos la cantidad de energía que nos generará nuestro sistema de ACS anualmente. Para ello utilizamos el método F-CHART:

Cálculo energético mediante el método f-chart												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad horizontal (KWh/m2*mes)	62.93	84.84	124	159.90	192.82	202.50	214.52	198.09	148.10	106.02	73.20	59.52
Coef. K inclinación (25°) latitud (37°)	1.27	1.21	1.14	1.06	1.00	0.98	1.00	1.07	1.16	1.27	1.34	1.33
Radiación inclinación. (KWh/m2*mes)	79.29	101.85	140.25	168.16	191.30	196.89	221.83	210.29	171.59	133.59	97.32	78.54
Demanda Energía (KWh/mes)	393	348	370	343	347	329	332	340	336	355	358	393
Energía Acumulador. Captador (KWh/mes)	272	350	482	577	657	676	731	722	589	459	334	270
D1 = EA / DE	0.69	1.01	1.30	1.68	1.89	2.06	2.20	2.12	1.75	1.29	0.93	1.69
K1	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
K2	0.80	0.81	0.85	0.91	0.90	0.86	0.85	0.80	0.81	0.86	0.85	0.79
Energía Perdida captador (KWh/mes)	831	743	831	838	831	718	706	662	675	786	804	804
D2 = EP / DE	2.12	2.13	2.25	2.44	2.39	2.18	2.13	1.95	2.01	2.22	2.25	2.05
F	0.47	0.68	0.83	0.99	1.07	1.13	1.18	1.17	1.04	0.83	0.63	0.47
EU = f * DE	186	236	309	341	372	373	391	396	351	295	225	186
Tabla 32. Generación de energía del sistema implantado.												Total producción energética útil anual: 3659 KWh

- **Producción media de energía térmica anual y mensual**

Tras concluir los cálculos haremos un resumen y determinaremos si nuestro dimensionado corresponde a lo especificado en la normativa vigente CTE-DB-HE 4 Contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria.

Resultados obtenidos	
Total demanda energética anual	4244 KWh
Total producción energética útil anual	3659 KWh
Factor f anual aportado de	86 %

Tabla 33. Resumen datos de demanda frente a producción de energía para ACS

Como comprobamos nuestra instalación sobrepasa el 70% estipulado en la normativa como ya habíamos previsto, de esta forma en los meses de menor radiación solar la contribución solar mínima se encuentra alrededor del 50%, por lo que reduciríamos en principio el consumo a la mitad en los meses de mayor demanda.

Debemos tener en cuenta que al realizar la instalación de esta forma tendremos que tomar una serie de medidas correctoras para que en los meses de sobre producción el funcionamiento de la instalación no se vea comprometida.

	Calculo energético											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Demanda energ.	393	348	370	343	347	329	332	340	336	355	358	393
Energía útil captada	186	236	309	341	372	373	391	396	351	295	225	186
% Energía Aportada	47%	68%	83%	99%	107%	113%	118%	117%	104%	83%	63%	47%

Tabla 34. Relación entre la energía para ACS demandada y útil captada

La solución a esta sobreproducción, de acuerdo con lo mencionado en el capítulo 2.1.4 b) de contribución solar mínima, será la de tapar la superficie de captación adecuada para que el funcionamiento de la instalación sea correcto. De esta forma, taparemos una superficie proporcionada que haga que la energía aportada quede por debajo del 100%. Se adjuntará al usuario una hoja donde se especificará que captadores tendrán que cubrir dependiendo de la estación del año.

De esta forma conseguimos que el consumo de un recurso fósil, como es el gas natural no sea necesario, salvo en alguna ocasión puntual, a cambio de una sencilla operación de mantenimiento

- **Gráficos comparativos**

Aquí tenemos una grafica comparativa de la energía demandada frente a la captada.

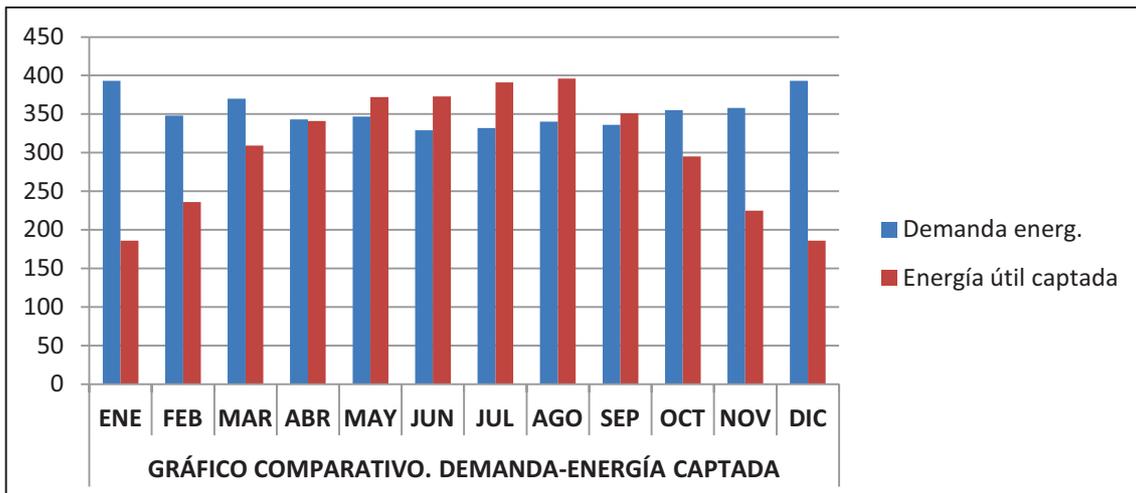


Grafico 2. Comparativa de la energía demandada con la energía captada.

En este gráfico se aprecia el porcentaje de energía aportada, frente al estipulado por el CTE-DB-HE4 del 70 %.

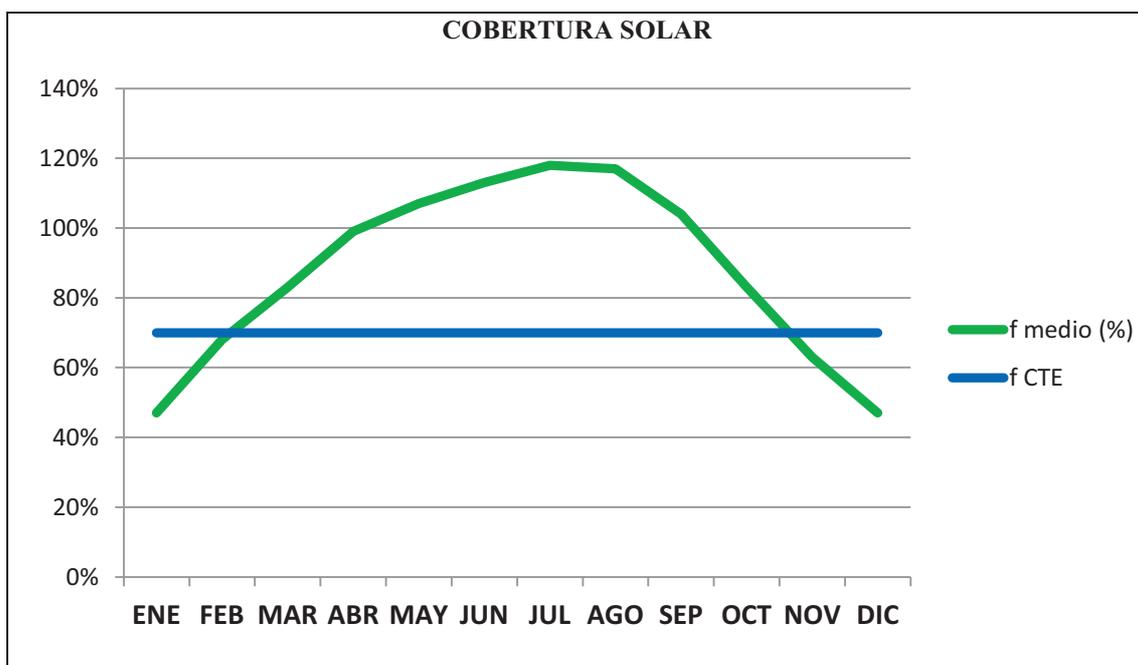


Grafico 3. Comparativa del factor "f" anual aportado por el sistema frente al exigido por el CTE.

7.3 IMPLANTACIÓN

La producción de agua caliente sanitaria será efectuada mediante la instalación de placas solares, en la cubierta sobre el office de la vivienda, centralizando el sistema de captación e interacumulación, con sistema auxiliar de alimentación mediante gas natural. Para dicha implantación se deberá prever que ningún elemento de sombra a nuestras placas, esto no ocurre así puesto que se trata de una cubierta inclinada sin ninguna sombra arrojada por otra edificación o por vegetación adyacente. También deben minimizarse las pérdidas por orientación e inclinación, de forma que nuestras placas estarán orientadas al sur (-15°) y con una inclinación de 25° , que conseguimos gracias a la implantación de un soporte de estructura metálica, que nos da 10° de inclinación extra sobre la cubierta.

Este sistema se divide en dos circuitos, uno primario formado por las placas solares y las tuberías que los unen, donde el fluido recoge la energía producida por los captadores y la transmite a un interacumulador. En este interacumulador se producirá la transferencia de calor del circuito primario al secundario y en su interior el circuito secundario transmitirá la energía a la red de agua fría, pasando esta a ser caliente. Además el acumulador contará con un sistema de bombeo integrado para la circulación correcta de ambos circuitos.

En nuestro caso, este sistema estará partido, estando el acumulador-intercambiador separado de los captadores solares. Esto hará que en cubierta solo tengamos los captadores, quedando más estético, puesto que la cubierta del office es fachada principal y queda muy a la vista. Por tanto, el acumulador se alojará en el cuarto de baño del sótano, que cederá espacio para implantar un armario donde irá dicho elemento.

A continuación del acumulador, quedará instalada una caldera de gas butano, sustituyendo a la antigua, que aportará energía auxiliar, en el caso de que el agua generada por la instalación de ACS no alcanzara el nivel mínimo de 60° , para ello la caldera contará con un sistema de control y regulación, que comprobará de forma continua que el agua está a la temperatura correcta.

La instalación quedará implantada de tal manera que los recorridos entre los diferentes elementos de la instalación sean mínimos, ahorrando costes, y aumentando su eficiencia.

7.4 ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN.

- **Captación**

Se realizará mediante placas solares, encargadas de transformar la radiación solar incidente en energía térmica, de forma que se calienta el fluido de trabajo del circuito primario, que será el encargado que transmitir esta energía calorífica a un circuito secundario, alojado en el interacumulador. Estarán dotadas de un purgador, instalado en la parte más alta de las baterías de captadores, y válvula de seguridad o anti retorno. Este circuito primario alojado en las placas y que llegará hasta el interacumulador será de circulación forzada.

La composición del fluido puede variar dependiendo de la zona climática en la que se instala el sistema y viene dada por el fabricante. Tendrá eso sí, un pH entre 5 y 9 a 20°C, como refleja el apartado 3.2.2.1. Fuera de los valores especificados el agua deberá ser tratada.

Frente a la protección de sobrecalentamiento de los captadores se dispondrá de dispositivos de control automáticos que así lo eviten, ya que podrían dañar los elementos de la instalación, haciendo que el suministro energético fuera interrumpido.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior, de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

a) nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama
b) modelo, tipo, año de producción
c) número de serie de fabricación
d) área total del captador
e) peso del captador vacío, capacidad de líquido
f) presión máxima de servicio
g) superficie de intercambio térmico en m ²
h) presión máxima de trabajo, del circuito primario

Tabla 35. Datos a aportar por el fabricante en la placa del captador.

- **Interacumulador**

Se encargará de acumular la energía procedente de los captadores, a través del circuito primario, para posteriormente y a través del circuito secundario realizar la tarea del intercambio de energía desde este, a la red de agua fría, al ceder dicha energía este suministro pasa a ser ACS a 60°.

El interacumulador se encuentra en una cota inferior a las baterías de captación, lo que puede suponer un problema de flujo inverso, por lo tanto se tomará como medida correctora la instalación de válvulas anti retorno.

Debe preverse una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultanea con la generación, por tanto la HE4 en el apartado 3.3.3.1.2 indica que entre la superficie de captación y el volumen de acumulación debe existir una relación que será $50 < V / A < 180$.

Preferentemente la normativa indica que la instalación será vertical y ubicada en zonas interiores, siendo aconsejable la instalación de un solo depósito. Las bombas para la circulación correcta de los circuitos estarán integradas en el interacumulador.

En el intercambiador, que está integrado en el acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambiador y la superficie de captación no será nunca menor de 0.15.

Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre, en nuestro caso el depósito será de 300 L, pero se equipará igualmente con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios

- **Calentador instantáneo**

Aportará la energía necesaria para que el agua procedente del intercambiador tenga la temperatura correcta, en el caso de que esta no alcanzara la temperatura de 60 °C. Este será diseñado como si no se tuviera el aporte energético procedente del sistema de ACS. La caldera será de gas butano y solo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario, reportando así el ahorro energético que se pretende.

El equipo contara también con un sistema de control, que determinara de forma continua si es necesario el aporte auxiliar de energía. El fabricante debe cumplir con las especificaciones de salubridad, compatibilidad de materiales, y resistencia térmicas idóneas. La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

En circulación forzada que es nuestro caso, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, al existir depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación.

- **Conexiones**

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrán utilizarse cobre y acero inoxidable, así como materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

7.5 FICHAS TECNICAS.

CARACTERISTICAS DEL CAPTADOR VAILLANT VTK 145 H			
	Tipo de Captador	Plano de alto rendimiento	
	Modelo de captador:	VTK 145 H	
	Superficie captador [m ²]:	m ²	2,51
	Rendimiento óptico η_0	-	0,801
	Coefficiente lineal de pérdidas térmicas a_1	W/m ² ·K	3,320
	Coefficiente cuadrático de pérdidas térmicas a_2	W/m ² ·K ²	0,023
	Temperatura de estancamiento T_0	°C	170,6
	Caudal recomendado para conexión en serie	L/h·m ²	45
	Presión máxima sde operación	bar	10
	Peso	Kg	38
<p>Área bruta 2,51 m² y área de absorción 2,35 m². Material de la capa de absorción selectiva será de aluminio con recubrimiento selectivo $E = 5\%$ y $\alpha = 95\%$. Material del captador es Aluminio anodizado con marco oscuro. Material del serpentín es cobre soldado a la lamina absorbedora.</p>			
	MM.		
A	2033		
B	1233		
C	80		
<p>Se dispondrá una batería de 2 captadores, con área total de absorción de 2,35 m². En posición horizontal.</p>			

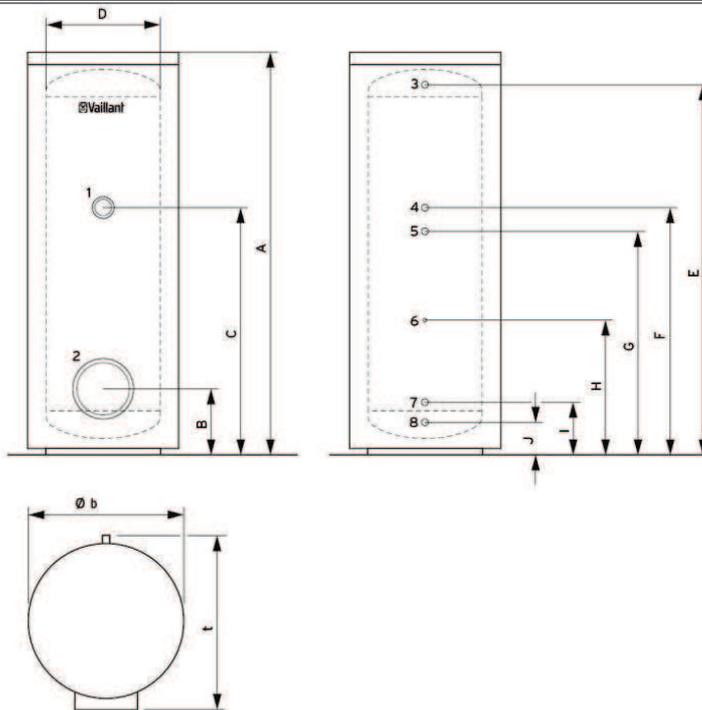
CARACTERISTICAS INTERACUMULADOR VIH R 300



Capacidad	L	300
Aislamiento PU Rígido	mm	100
Altura total con aislamiento	mm	1894
Altura total en diagonal	mm	1781
Superficie del intercambiador	m ²	1,6
Potencia absorbida	KW	46
Contenido agua serpentín .	L	10,7
Boca de hombre	mm	480/400
Peso vacio	kg	114
Acumulador lleno y listo para puesta servicio	kg	420
Presión máxima de servicio del circuito ACS	bar	10
Presión máxima de servicio del intercambiador	bar	6
Temperatura máxima de utilización	°C	110

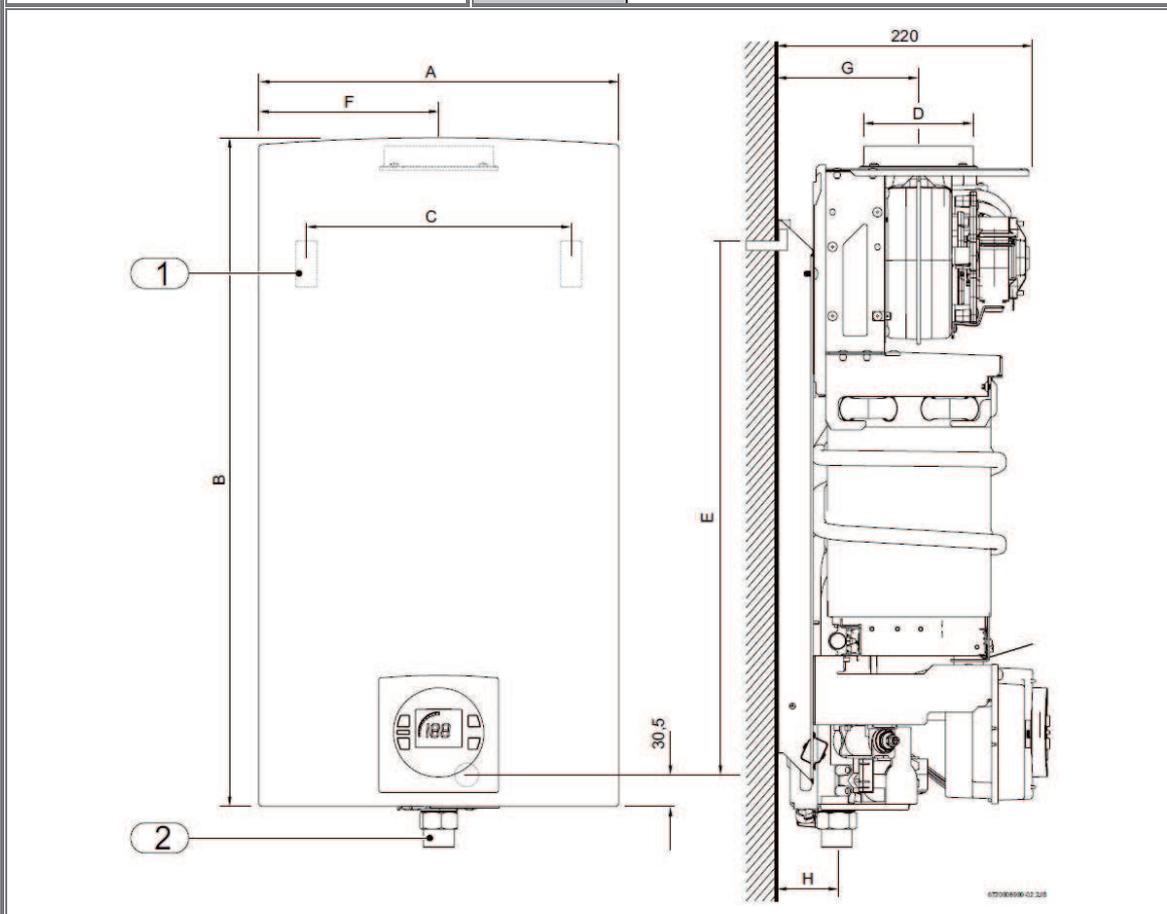
	MM.		MM.
A	1775	G	981
B	279	H	581
C	1086	I	216
D	500	J	130
E	1632	b	660
F	1086	t	725

1	Conexión para resistencia termoeléctrica
2	Boca de hombre
3	Conexión para agua caliente
4	Conexión de circulación
5	Información de temperatura
6	Manguito de sensor del circuito de ACS
7	Retorno de ACS
8	Accesorios para agua fría



CARACTERISTICAS CALDERA WTD 11 DE JUNKERS

	Potencia útil Calefacción y A.C.S.	kW	18,9
	Presión del (GLP) Gas Butano G-30	mbar	28-30
	Consumos de (GLP) Gas Butano G-30	Kg/h	1,70
	Consumo calorífico nominal	kW	21,8
	Temperatura salida de humos	°C	160
	Grado de protección	-	IP-44
	Peso Neto	kg	14
		mm	
A	310	E	463
B	580	F	155
C	228	G	120
D	92.5	H	60
	1	Abertura para fijación a la pared (parte trasera)	
	2	Tubo de alimentación de gas	



	<p>COMPONENTES DEL SISTEMA AUROKIT DE CIRCULACIÓN FORZADA.</p>
<p>CARACTERISTICAS DEL GRUPO DE BOMBEO VMS 20 DE VAILLANT</p>	
	<p>Termómetros ida y retorno. Caudalímetro y regulador de caudal. Válvulas anti-retorno. Llaves de llenado y vaciado. Manómetro. Tubería flexible de conexión al vaso de expansión. Llaves de corte. Conexiones a tubería de cobre. Válvula de seguridad.</p>
<p>CARACTERISTICAS DEL VASO DE EXPANSION SOLAR DE MONTAJE MURAL DE 25 L</p>	
	<p>Valido para mezclas glicoladas. Presión máxima de 10 bares. Montaje en pared. Volumen de 25 l.</p>
<p>CARATERISTICAS DE REGULACION Y CONTROL CON CALORMATIC VRC 470/3</p>	
	<p>Instalación en pared Instalación en panel de mandos Regulación 2 puntos/continua Regulación con sonda exterior Programación diaria-semanal de calefacción Programación diaria-semanal de ACS y de bomba de recirculación Nº circuitos de calefacción regulables 1 Dimensiones (mm) 115x147x50</p>

7.6 MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

Realizamos una medición y presupuestación de la instalación definida, a fin de una vez conocido su coste, realizar un posterior análisis de viabilidad económica.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
ICB006					
Ud Captador solar térmico para instalación individual, sobre cubierta inclinada.					
Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, compuesto por: dos paneles de 2033x1233x80 mm en conjunto, superficie útil total 4,70 m ² , rendimiento óptico 0,801 y coeficiente de pérdidas primario 3,320 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.					
mt38csg010fn	Ud	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, formado por: dos paneles de 2033x1233x80 mm en conjunto, superficie útil total 4,70 m ² , rendimiento óptico 0,801 y coeficiente de pérdidas primario 3,320 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de cristal de 4 mm de espesor; depósito de 300 l, con un serpentín; grupo de bombeo individual con vaso de expansión de 25 l y vaso pre-expansión; centralita solar térmica programable; kit de montaje para dos paneles sobre cubierta inclinada; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire.	1,000	3488,00	3488,00
mt38csg011e	Ud	Fijaciones para captador solar térmico de dos paneles, sobre teja, ajustable en altura.	1,000	163,71	163,71
mt38csg100	l	Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.	2,720	3,61	9,82
mo008	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	4,691	18,21	85,42
mo101	h	Ayudante instalador de captadores solares.	4,691	16,95	79,51
	%	Medios auxiliares	2,000	3826,46	76,53
	%	Costes indirectos	3,000	3902,99	117,09
Coste de mantenimiento decenal: 647,86 € en los primeros 10 años.				Total	4020,08
ICG032					
Ud Caldera a gas, doméstica, convencional, mural, para A.C.S.					
Caldera mural a gas butano, para A.C.S. instantánea, cámara de combustión abierta y tiro natural, potencia modulante de 6 a 18,6 kW, dimensiones 580x310x220 mm, selector de temperatura de A.C.S. de 40°C a 60°C.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt38cmj010ia	Ud	Caldera mural a gas butano, A.C.S. instantánea, cámara de combustión abierta y tiro natural, potencia modulante de 6 a 18,6 kW, dimensiones 580x310x220 mm, selector de temperatura de A.C.S. de 40°C a 60°C, compatible con equipos de solar termica, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje.	1,000	391,40	391,40
mt20cme212g	Ud	Adaptador de chapa de acero con recubrimiento de esmalte blanco de poliuretano, para caldera, salida de 125 mm y boca de 133 mm de diámetro.	1,000	4,84	4,84
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	1,000	1,90	1,90
mo003	h	Oficial 1ª calefactor.	3,111	18,21	56,65
mo096	h	Ayudante calefactor.	3,111	16,95	52,73
	%	Medios auxiliares	2,000	507,52	10,15
	%	Costes indirectos	3,000	517,67	15,53
Coste de mantenimiento decenal: 323,93 € en los primeros 10 años.				Total:	533,20
Captador solar térmico para instalación individual				Total:	4020,08
				Total PEM	4553,28
				IVA 21 %	956,19
				TOTAL	5509,47

8. MEMORIA DE CLIMATIZACION

8.1 NORMATIVA AIRE ACONDICIONADO

Como vimos en apartados anteriores la normativa referente a climatización con respecto al ahorro energético de la HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas, nos remitía al RITE (Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios).

El RITE se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, exclusivamente en lo que a la parte reformada se refiere, así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas, con las limitaciones que en el mismo se determinan.

Por tanto, la normativa entiende por reforma de una instalación térmica, todo cambio que se efectúe en ella, y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue ejecutada y registrada. En tal sentido, considera reformas las que están comprendidas en diversos casos, pero nuestro caso concreto será, la incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria o la modificación de los existentes.

Por tanto la acometida de esta intervención de la climatización del edificio queda justificada ya que no solo incidiremos en la climatización, sino que también lo hemos hecho en la producción de agua caliente sanitaria.

Con respecto al dimensionado, la norma nos indica una serie de parámetros de confort término, calidad del aire, y condiciones de diseño a seguir, los cuales veremos con más profundidad en el apartado de dimensionado del sistema de climatización.

Por último, el mantenimiento, donde nos detalla que elementos serán susceptibles de la realización de operaciones de mantenimiento y en que periodos de tiempo.

8.2 JUSTIFICACION DEL DIMENSIONADO DE CLIMATIZACION

En el dimensionado de climatización tendremos en cuenta las mejoras que ha sufrido la vivienda, ya que muchos de sus elementos han mejorado sus coeficientes de transferencia de calor. Este factor influirá en la temperatura que encontramos en el interior, y por tanto a la hora de aportar energía en forma de calor o frío, veremos cómo conseguimos un ahorro, ya que para ceder al exterior la misma cantidad de energía necesitaremos una mayor diferencia de temperatura exterior/interior.

Para conocer estos datos nos hemos apoyado en las fórmulas relativas a las pérdidas de energía por transferencias o conducción. Con ellas, podemos conocer qué energía perdemos en la actualidad a través de los cerramientos y cubiertas. Una vez conocida veremos cómo afecta esta pérdida tras la implantación de nuestras mejoras constructivas.

$$Q_p = K \cdot S \cdot \Delta T \quad (\text{Kcal/h})$$

Siendo:

K, el coeficiente de transmitancia térmica del material con el que está construida la superficie. Kcal / h·m²·°C

S, el área del cerramiento que se quiere calcular, el área que se calcula debe corresponder al mismo material y no a un conjunto de varios. m²

ΔT, el incremento de temperatura que existe entre exterior e interior, también expresado como (T_e – T_i). °C

Por tanto convertimos:

Antes de la intervención	Tras intervención
$K_{\text{fachada}} = 0,52 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,45 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{fachada}} = 0,52 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,45 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$
$K_{\text{cubierta}} = 0,70 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,60 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{cubierta}} = 0,44 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,38 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$
$K_{\text{ventanas}} = 5,70 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 4,90 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{ventanas}} = 1,00 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,86 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$
$K_{\text{muro.int}} = 1,74 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,72 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{muro.int}} = 0,70 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,60 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$
$K_{\text{muro.ext}} = 0,70 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,60 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{muro.ext}} = 0,70 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,60 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$
$K_{\text{suelo}} = 0,75 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,65 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$	$K_{\text{suelo}} = 0,75 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} = 0,65 \text{ Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$

Tabla 36. Conversión de transmitancias de los componentes de la envolvente.

Para el cálculo de las pérdidas de energía además se tendrá en cuenta la orientación de los elementos, ya que encontramos diferencias de temperatura entre ambos debido a la insolación que sufren las orientaciones sur, por lo que le aplicaremos un incremento porcentual en función de su orientación.

A continuación desglosamos los cálculos de los diferentes paramentos en la siguiente tabla:

Elemento	Orientación	Coef. K	Superficie	ΔT	Qp
Fachada	0 %	0,45	31,50	11	155,93
Cubierta	0 %	0,60	41,25	11	272,25
Muro de carga fachada	0 %	0,60	15,66	11	103,35
Ventanas	0 %	4,90	5,25	11	282,44
Fachada	20 %	0,45	29,75	11	176,72
Cubierta	20 %	0,60	49,00	11	388,08
Muro de carga fachada	20 %	0,60	9,60	11	76,03
Ventanas	20 %	4,90	18,36	11	1187,52
Muro de carga medianera	0 %	1,50	96,10	1	144,15
Fachada	10 %	0,45	56,20	11	306,00
Suelo	0 %	0,65	64,00	5,5	228,80
				Total de energía cedida al exterior (Kcal/h)	
S	N	O	E	3321,27	

Tabla 37. Cálculo de la energía total perdida por la envolvente de la vivienda antes de la implantación de mejoras.

En la tabla se ha tenido en cuenta un incremento de temperatura, eligiendo como hipótesis para el cálculo la situación más desfavorable, es decir, tenemos mayor diferencia de temperatura interior/exterior, dándose esta situación en invierno. Partiendo de una temperatura exterior de 11 °C que según los datos extraídos de la Agencia Estatal de Meteorología, es la media mensual de temperatura de Enero, el mes más frío en Sevilla. La temperatura interior de la vivienda para el cálculo es de 22 °C. Por tanto la diferencia de temperatura es de 11 °C, como se refleja en la tabla.

Con la mejora de los elementos constructivos afectados por la intervención se espera, un mejor resultado con respecto a la pérdida de energía de la vivienda, que nos permita reducir las exigencias de cálculo en la climatización. En esta instalación requiere de una potencia eléctrica elevada, que afectaría al dimensionado del sistema de placas fotovoltaicas, debido a que habría que dimensionar con consumos más elevados.

Elemento	Orientación	Coef. K	Superficie	ΔT	Qp
Fachada	0 %	0,45	31,50	11	155,92
Cubierta	0 %	0,38	41,25	11	172,25
Ventanas	0 %	0,86	5,25	11	49,66
Muro de carga fachada	0 %	0,60	15,66	11	103,35
Fachada	20 %	0,45	29,75	11	176,72
Cubierta	20 %	0,38	49,00	11	245,78
Ventanas	20 %	0,86	18,36	11	208,42
Muro de carga fachada	20 %	0,60	9,60	11	76,03
Muro de carga medianera	0 %	0,60	96,10	1	57,66
Fachada	10 %	0,45	56,20	11	306,00
Suelo	0 %	0,65	64,00	5,5	228,80
Total de energía cedida al exterior (Kcal/h)					1780,59
S	N	O	E		

Tabla 38. Cálculo de la energía total perdida por la envolvente de la vivienda tras la implantación de mejoras.

En las tablas anteriores se muestra la energía perdida antes de la intervención de los elementos constructivos, y a continuación después de las mejoras, con lo que deducimos:

$$\text{Ahorro de energía} = 3321,27 - 1780,59 = 1540,68 \text{ Kcal / h} = \mathbf{1791,81 \text{ W}}$$

Para saber cómo afecta este dato al dimensionado, veremos que superficie a climatizar tenemos y lo multiplicaremos por la potencia por metro cuadrado que habitualmente se suele aplicar al cálculo. Una vez obtenida la potencia total del sistema restaremos nuestro ahorro de energía, obteniendo una nueva potencia total, con la que ya podemos deducir que potencia debemos instalar por metros de superficie. A continuación se muestra un resumen de los cálculos descritos:

Superficie climatización = 93 m ²	Potencia de cálculo = 100 W / m ²
Potencia total del sistema = 9300 W	Potencia ahorrada = 1791,81 W
Nueva potencia total del sistema = 7515,19 W	
Nueva potencia de cálculo = 80,75 W / m ² ≈ 80 W / m²	

Normalmente se suele dimensionar con $100 \text{ W} / \text{m}^2$, pero dado que nuestra vivienda ha mejorado con respecto al calor que cede o gana del exterior, se procede a dimensionar teniendo en cuenta este aspecto con $80 \text{ W} / \text{m}^2$.

Para la justificación del dimensionado de la instalación de aire acondicionado utilizaremos las tablas que se adjunta a continuación, determinando así, a través de la superficie y potencia frigorífica y calorífica, la potencia a instalar en la vivienda, el caudal que necesitaremos para abastecer esa potencia, y por último con una velocidad de caudal que no suponga un exceso de ruido, sabremos cual es la sección de conductos más adecuada.

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS. TABLA 1 PLANTA PRIMERA							
CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS EN DESEMBOCADURAS DE ESTANCIAS							
Formulación	si	pi	Pi = six pi	Qi= (Pix1000)/12	Vi	Si=Qi/Vi	axb o Ø
Unidades	m2	W/m2	W	cm3/s	cm/s	cm2	mm
Estancia	Superficie útil	Potencia necesaria	Total potencia de la estancia	Caudal	Velocidad del aire	Sección del conducto	Dimensiones del difusor
Dorm. 1	7,65	80	612	51000	300	170	200*100
Dorm. 2	11,6	80	928	77333	300	258	250*100
Pasillo 2	7,1	80	568	47333	300	158	160
Dorm. 3	7	80	560	46667	300	156	200*100
Dorm. 4	7,15	80	572	47667	300	159	200*100
Baño	3,25	80	260	21667	300	72	160
TOTALES	43,75	80	3500	291667			

Tabla 39. Dimensionado de las rejillas del sistema de climatización planta primera.

De la tabla de dimensionado se desprende, que necesitaremos una potencia total en la primera planta de 3500 W , además de las dimensiones de las rejillas de salida, que deben adecuarse lo más posible al caudal que va a ser impulsado en la estancia, ya que una sección de impulsión muy por debajo del dato de caudal para un espacio, puede suponer ruidos por la fricción del aire. En la siguiente tabla procedemos al dimensionado de la planta baja.

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS. TABLA 1 PLANTA BAJA							
CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS EN DESEMBOCADURAS DE ESTANCIAS							
Formulación	si	pi	Pi = six pi	Qi= (Pix1000)/12	Vi	Si=Qi/Vi	axb o Ø
Unidades	m ²	W/m ²	W	cm ³ /s	cm/s	cm ²	mm
Estancia	Superficie útil	Potencia necesaria	Total potencia de la estancia	Caudal	Velocidad del aire	Sección del conducto	Dimensiones del difusor
Salon	12,1	80	968	80667	300	269	250*100
Comedor	16,7	80	1336	111333	300	371	400*100
Pasillo	4,25	80	340	28333	300	94	160
Office	5,85	80	468	39000	300	130	200*100
Cocina	8,37	80	669,6	55800	300	186	200*100
Baño	2,85	80	228	19000	300	63	160
TOTALES	50,12	80	4009,6	334133			

Tabla 40. Dimensionado de las rejillas del sistema de climatización planta baja.

Con los datos obtenidos tras concluir los dimensionados de las plantas, donde se va a implantar un sistema de aire acondicionado centralizado, sabemos que los equipos a instalar deberán tener una potencia de aproximadamente 7500 W y deberán ser capaces de impulsar caudales de 37,23 m³ / min. El ahorro de energía que supone la implantación de las mejoras constructivas es notable, ya que hemos pasado de tener una demanda de 9300 W a ser de 7500 W, lo que supone una disminución de la demanda de un 20 % de la energía necesaria para refrigerar o calentar la vivienda.

Todas la rejillas de impulsión quedan así dimensionadas, y tendrán unas rejillas de extracción o recirculación de aire por plenum de igual caudal de extracción, es decir, del mismo tamaño, excepto en cocina y baños donde dicha extracción se llevará a cabo de forma separada, evitan así malos olores, condensaciones, etc.

El plenum consiste en la recirculación del caudal aportado mediante el falso techo. Para ello se habilitarán huecos en la parte superior de los tabiques (zona por encima de falso techo), con dimensiones que permitan el desalojo del caudal aportado por la climatización, consiguiendo una circulación armónica de dicho caudal.

Siguiendo con el dimensionado del sistema, pasamos al cálculo de los conductos de aire acondicionado.

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS TABLA 2 PLANTA PRIMERA				
CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS				
Formulación	Qi	Vi	Si = Qi / Vi	axb o Ø
Unidades	cm ³ /seg	cm/seg	cm ²	cm
Tramo	Caudal	Velocidad del aire	Sección	Dimensión normalizada
TR_1	51000	300	170	200*100
TR_2	77333	300	258	250*100
TR_3	128333	300	428	200*200
TR_4	175667	300	586	300*200
TR_5	46667	300	156	200*100
TR_6	47667	300	159	200*100
TR_7	21667	300	72	100*100
TR_8	69333	300	231	250*100
TR_9	291667	500	583	300*200

Tabla 41. Dimensionado de las secciones de los conductos del sistema de climatización de la planta primera.

Para el dimensionado de los conductos de la instalación se tendrán en cuenta los caudales que deberán transportar, para ello se realizará un esquema de conductos para saber cuál será el recorrido del aire desde la unidad interior hasta las rejillas de impulsión. Una vez realizado el esquema podemos conocer en que tramos se produce una suma de caudales y por tanto, si queremos mantener la velocidad de circulación, debemos aumentar la sección.

De esta tabla de dimensionado se desprende la información referente a la sección de los conductos de aire acondicionado. Esta sección se ha diseñado teniendo en cuenta la baja altura que se tiene en la vivienda, concretamente en la planta baja, aunque se ha optado por darle la misma altura a los conductos de la planta primera para dar homogeneidad a la instalación.

La velocidad de circulación del caudal de aire se establece en 300 cm/s para evitar posibles ruidos originados por las turbulencias del aire. Como se observa en los últimos tramos que estarían situados en el falso techo del baño y el aseo, la velocidad es mayor, ya que en dicha zona además de soportar un mayor caudal, necesita de una mayor velocidad o un aumento de sección, optándose por la primera, ya que el baño o aseo no es una estancia que normalmente sea concurrida.

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS TABLA 2 PLANTA BAJA				
CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS				
Formulación	Qi	Vi	Si = Qi / Vi	axb o Ø
Unidades	cm ³ /seg	cm/seg	cm ²	cm
Tramo	Caudal	Velocidad del aire	Sección	Dimensión normalizada
TR_1	111333	300	371	200*200
TR_2	139667	300	466	250*200
TR_3	80667	300	269	250*100
TR_4	19000	300	63	100*100
TR_5	99667	300	332	300*100
TR_6	39000	300	130	150*100
TR_7	55800	300	186	200*100
TR_8	94800	300	316	300*100
TR_9	334133	500	668	350*200

Tabla 42. Dimensionado de las secciones de los conductos del sistema de climatización de planta baja.

Queda concluido con estas operaciones el dimensionado del sistema de climatización centralizado, que tiene un carácter práctico y eficiente, ya que se han tenido en cuenta las características constructivas de la vivienda, y las mejoras ya implantadas para reducir el consumo de la instalación.

8.3 IMPLANTACION

La climatización de las viviendas se realizará mediante conductos. Para este sistema serán necesarias una unidad exterior, que estará ubicada en cubierta, y una unidad interior cuya ubicación será el falso techo de la vivienda.

- **Unidad exterior**

La unidad exterior se implantará en la cubierta, concretamente en la mitad Norte, siendo dicha situación la más óptima, ya que recibirá menor insolación, por la sombra arrojada por la propia vivienda, y es una zona de sombra continua. Se decide la instalación de tan solo una unidad exterior multi-split para aprovechar el espacio, al estar situado en zona de sombra, permitirá alcanzar un mejor rendimiento del equipo en verano, ya que al estar la vivienda en Sevilla, zona de alta insolación, es prioritario mejorar su rendimiento en este periodo. La unidad se apoyará en una estructura anclada a uno de los paramentos de la vivienda, quedando volada medio metro.

En su implantación se tendrán en cuenta las distancias a obstáculo establecidas en sus requisitos de montaje, ya que la instalación de la unidad exterior sin estas distancias para su puesta en marcha, mermaría su rendimiento.

- **Conductos de interconexión**

Estos conductos de interconexión de equipos discurrirán correctamente aislados según nos indica el RITE, que establece que dispondrán de una protección térmica suficiente, tal que la pérdida de calor o refrigeración no será mayor del 4% de la potencia que transportan, y siempre que sea posible evitar condensaciones.

Según establece el fabricante la longitud entre unidad exterior y unidad interior no podrá sobrepasar los 145 m y un desnivel máximo de 30. En nuestra vivienda sorteamos esa limitación con holgura, puesto que nuestro desnivel máximo sería 7.80 m y nuestra longitud de tuberías no sobrepasa los 40 m.

- **Unidad interior**

En la implantación y elección de la unidad interior se ha tenido en cuenta la escasa altura de suelo a techo de la vivienda, con tan solo 2,60 m, por tanto, el espacio de falso techo será de 0,30 m. La unidad interior será de perfil bajo con 200 mm de altura, el diseño de los conductos de la misma, para minimizar el rebaje de la altura debido a la implantación de falso techo, quedando una altura libre de 2,30 en determinadas zonas de falso techo, que veremos en plano. El diseño de falso techo se hace optimizando el espacio, pues aunque la altura de 2,30 no es excesivamente baja, puede dar sensación de ser angosto.

Esta unidad estará anclada al forjado mediante pernos especiales que evitarán vibraciones y ruidos. Alojada en el falso techo del baño y aseo en planta primera y baja respectivamente.

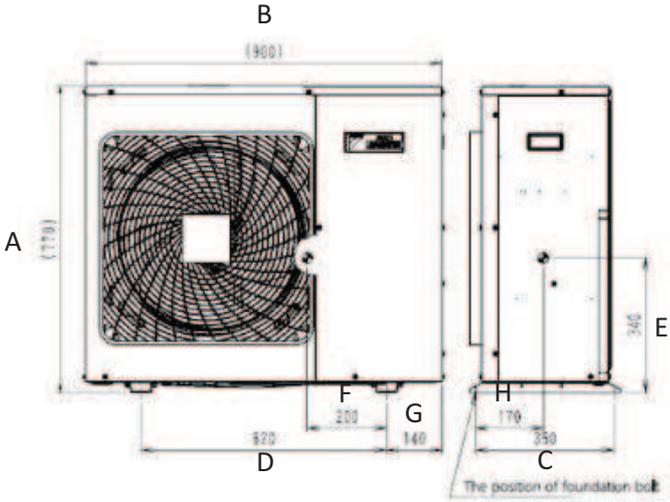
Al estar en el falso techo del baño o aseo, el desagüe generado por el agua de condensación del equipo, puede ser fácilmente conectado a los bajantes alojados en falsos pilares cercanos al equipo.

- **Conductos**

Los conductos estarán realizados “in situ”, serán de lana de vidrio, revestidos exterior e interiormente de aluminio. Estarán previamente dimensionados y discurrirán por el falso techo. Este dimensionado como hemos mencionado anteriormente se realiza teniendo en cuenta la poca altura libre de la planta baja, y que por tanto condiciona que nuestros conductos sean de 200 mm de altura.

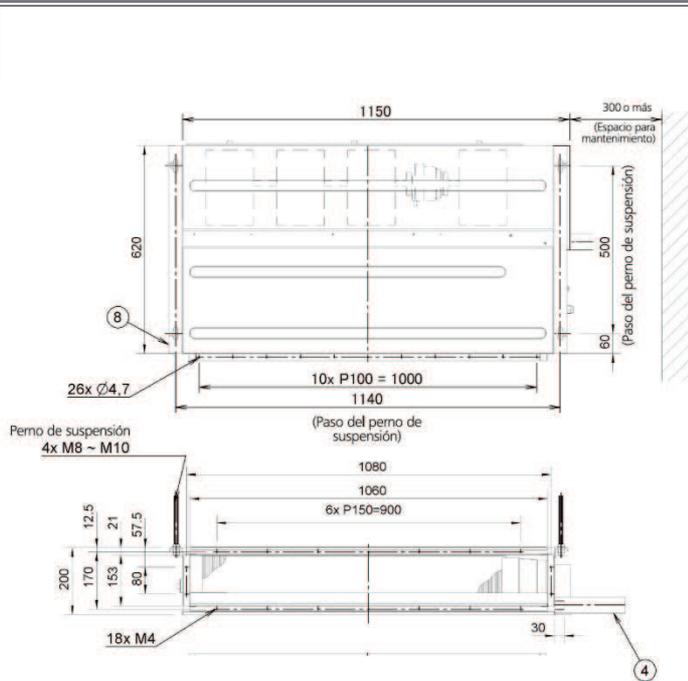
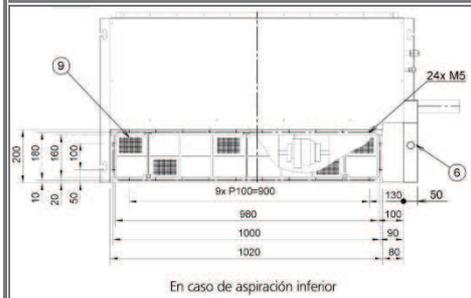
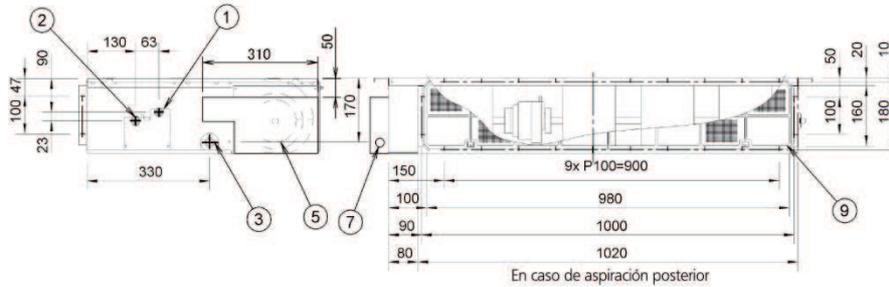
La ventilación de este sistema de climatización se realizará mediante plenum, es decir, no existirán conductos de regreso hacia la unidad interior, ya que dicho regreso se realizará mediante el falso techo. Para ello se habilitarán huecos en la parte superior de los tabiques, (zona por encima de falso techo), con dimensiones que permitan el desalojo del caudal aportado por la climatización, consiguiendo una circulación armónica de dicho caudal. Las unidades interiores ventilan hacia cubierta a través de un conducto común en dicho caudal.

8.4 FICHAS TECNICAS

CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXTERIOR MULTI SPLIT 4MXS68F DE DAIKIN					
 	Dimensiones		Altura	mm 735	
			Anchura	mm 936	
			Profundidad	mm 300	
	Peso			Kg 58	
	Limites de funcionamiento	Refrigeración	Min	°CDB	-10
			Max		46
		Calefacción	Min	°CWB	-15
			Max		18
	Capacidad	Refrigeración	Min	W	2470/6.800/8740
		Calefacción	Max		
Consumo	Refrigeración	Min	W	460/1670/2930	
	Calefacción	Max			630/1860/2540
Etiqueta de eficiencia energética			Ref/Cal	B/B	
Presión sonora	Refrigeración	(A/B)	dBA	48/43	
	Calefacción			49/44	
	MM.				
A	735				
B	936				
C	300				
D	520				
E	340				
F	200				
G	140				
H	170				

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD INTERIOR PARA CONDUCTOS FDXS-F60 DE DAIKIN

	Ventilador	Caudal de aire	Refrigeración	Alto Nom Bajo	m ³ / min	16,00
			Calefacción			16,00
	Presión estática externa	Nominal	Pa	40,00		
				Peso	Kg	30
Presión sonora	Refrigeración	Alto	dBA	38/36/30		
	Calefacción	Bajo		38/36/30		



1	Conexión del tubo de líquido
2	Conexión del tubo de gas
3	Zócalo para drenaje
4	Manguera de drenaje (accesorio)
5	Caja de control
6	Cableado de transmisión
7	Conexión de suministro de energía
8	Abrazadera de suspensión
9	Filtro de aire (accesorio)

8.5 MEDICION Y PRESUPUESTO

Procedemos a desglosar los costes de la instalación de climatización:

ICN150		Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split.			
Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split, bomba de calor, potencia frigorífica nominal 8 kW, (clase A), potencia calorífica nominal 9,3 kW, (clase A).						
Descompuesto	Ud	Descomposición		Rend.	p.s.	Precio partida
mt42mhi150f	Ud	Unidad exterior sistema múltiple bomba de calor aire-aire, marca Daikin, modelo 4MXS68F, tipo DC Inverter, con compresor swing de bajo nivel sonoro y alta eficiencia energética, conectabilidad hasta 4 unidades interiores, con funcionamiento individual y regulación mediante válvulas de expansión electrónica y control por medio de microprocesador. Capacidad frigorífica / calorífica nominal: 6.800 / 8.600 W, consumo refrigeración / calefacción nominal: 1.670 / 1.860 W (eficiencia energética "A"), y nivel sonoro en refrigeración / calefacción 48 / 49 dBA (velocidad nominal). Dimensiones (AlxAnxPr) 735x936x300 mm, peso 58 kg, y alimentación monofásica 1x220V + T. Conexiones tubería frigorífica Liq.1/4"x4 y Gas 3/8"x2 y 1/2"x2. Tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor. Rango de funcionamiento nominal Frío desde -10 a 46°C de bulbo seco exterior y Calor desde -15 a 15,5°C de bulbo húmedo exterior. Caudal de aire refrigeración / calefacción nominal (Alto-Estándar-Baja) 3.162-2.964-2.610 / 2.784-2.670-2.410 m3/h, con dirección de descarga horizontal. Utiliza refrigerante ecológico R410A.		1,000	1878,01	1878,01
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.		1,059	18,21	19,28
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.		1,059	16,95	17,95
	%	Medios auxiliares		2,000	2704,09	54,08
	%	Costes indirectos		3,000	2758,17	82,75
Coste de mantenimiento decenal: 497,16 € en los primeros 10 años.					Total:	2052,07

ICY210		Ud	Unidad interior de aire acondicionado con distribución por conducto rectangular, para sistema Multi-split.			
Unidad interior de aire acondicionado para sistema Multi-split, con distribución por conducto rectangular, de baja silueta, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo FDXS-F60 "DAIKIN", Vcon juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC4C62.						
Descompuesto	Ud	Descomposición		Rend.	p.s.	Precio partida
mt42dai130g	Ud	Unidad interior de aire acondicionado para sistema Multi-split, con distribución por conducto rectangular, de baja silueta, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo FDXS-F60 "DAIKIN", consumo eléctrico nominal en refrigeración 110 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 107 W, presión sonora a velocidad baja 30 dBA, caudal de aire a velocidad alta 16,0 m³/min, de 200x1150x620 mm, peso 30 kg, con ventilador de dos velocidades y presión estática disponible de 40 Pa, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, aspiración de aire trasera o inferior, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador y filtro de aire de succión.		2,000	1374,00	2748,00
mt42dai510a	Ud	Juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC4C62 "DAIKIN", con función marcha/paro, cambio de modo de funcionamiento, ajuste del punto de consigna, selección de la velocidad del ventilador, visualización de señal en el receptor, reseteo de filtro sucio en el mando y cambio de orientación de las lamas.		1,000	233,80	233,80
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.		1,059	18,21	19,28
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.		1,059	16,95	17,95
	%	Medios auxiliares		2,000	3019,03	60,38
	%	Costes indirectos		3,000	3079,41	92,38
Coste de mantenimiento decenal: 231,46 € en los primeros 10 años.					Total:	3171,79

ICR021		m ²	Conducto de lana mineral.		
Conducto autoportante rectangular para la distribución de aire climatizado formado por panel rígido de alta densidad de lana mineral natural (LMN), Climacoustic "KNAUF INSULATION", según UNE-EN 13162, revestido en su cara exterior con una lámina a base de un complejo de kraft-aluminio reforzado con una malla de fibra de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y en su cara interior con un recubrimiento acústico negro, con mecanizado lateral machihembrado en sus bordes longitudinales, de 25 mm de espesor.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt16lki100a	m ²	Panel rígido de alta densidad de lana mineral natural (LMN), Climacoustic "KNAUF INSULATION", según UNE-EN 13162, revestido en su cara exterior con una lámina a base de un complejo de kraft-aluminio reforzado con una malla de fibra de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y en su cara interior con un recubrimiento acústico negro, con mecanizado lateral machihembrado en sus bordes longitudinales, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,75 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase B-s1,d0 de reacción al fuego, 0,75 de coeficiente global de absorción acústica, 0,036 µg/m ³ de emisión de partículas de tamaño inferior a 0,5 µm y 0,020 µg/m ³ de tamaño superior a 5,0 µm, certificado para su calidad de aire interior por Greenguard Environmental Institute (nº 903), resistencia mínima a la presión del aire de 2000 Pa, estanqueidad frente a las fugas de aire clase C y resistencia al vapor de agua de 241,7 m ² hPa/mg, con código de designación MW-EN 13162-T5, para la formación de conductos autoportantes para la distribución de aire en climatización.	1,150	9,90	11,39
mt42con020	m	Cinta autoadhesiva de aluminio de 50 micras de espesor y 65 mm de ancho a base de resinas acrílicas, para el sellado y fijación del aislamiento.	1,500	0,17	0,26
mt42con025	Ud	Soporte metálico de acero galvanizado para sujeción al forjado de conducto rectangular de lana mineral para la distribución de aire en climatización.	0,500	3,85	1,93
mt42www011	Ud	Repercusión, por m ² , de material auxiliar para fijación y confección de canalizaciones de aire en instalaciones de climatización.	0,100	12,01	1,20
mo011	h	Oficial 1ª montador de conductos de fibras minerales.	0,375	18,21	6,83
mo079	h	Ayudante montador de conductos de fibras minerales.	0,375	16,98	6,37
	%	Medios auxiliares	2,000	27,98	0,56
	%	Costes indirectos	3,000	28,54	0,86
Coste de mantenimiento decenal: 6,76€ en los primeros 10 años.				Total:	29,40
			Cantidad	14,95 m ²	Total: 439,53

ICR030		Ud	Rejilla de impulsión.		
Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 200x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV020010BTXT "AIRZONE", montada en falso techo.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt42air010da	Ud	Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 200x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV020010BTXT "AIRZONE", fijación con tornillos.	1,000	16,88	16,88
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,182	18,21	3,31
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.	0,182	16,95	3,08
	%	Medios auxiliares	2,000	23,27	0,47
	%	Costes indirectos	3,000	23,74	0,71
Coste de mantenimiento decenal: 4,16€ en los primeros 10 años.				Total:	24,45
			Cantidad	5 ud.	Total: 122,25

ICR030		Ud	Rejilla de impulsión.		
Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 250x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV025010BTXT "AIRZONE", montada en falso techo.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt42air010db	Ud	Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 250x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV025010BTXT "AIRZONE", fijación con tornillos.	1,000	18,87	18,87
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,187	18,21	3,41
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.	0,187	16,95	3,17
	%	Medios auxiliares	2,000	25,45	0,51
	%	Costes indirectos	3,000	25,96	0,78
Coste de mantenimiento decenal: 4,55€ en los primeros 10 años.				Total:	26,74
Cantidad			2 ud.	Total:	53,48

ICR030		Ud	Rejilla de impulsión.		
Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 400x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV040010BTXT "AIRZONE", montada en falso techo.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt42air010de	Ud	Rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 400x100 mm, color blanco RAL 9010, gama AirQ, modelo RTHV040010BTXT "AIRZONE", fijación con tornillos.	1,000	25,72	25,72
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,203	18,21	3,70
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.	0,203	16,95	3,44
	%	Medios auxiliares	2,000	32,86	0,66
	%	Costes indirectos	3,000	33,52	1,01
Coste de mantenimiento decenal: 5,87€ en los primeros 10 años.				Total:	34,53

ICR040	Ud	Difusor.			
Difusor circular de aluminio, para instalar en alturas de hasta 2,7 m.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt42trx230ea	Ud	Difusor circular de aluminio, pintado en color RAL 9010, con puente de montaje para conducto, con compuertas de regulación de caudal ajustables desde la parte frontal.	1,000	47,85	47,85
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	0,234	18,21	4,26
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.	0,234	16,95	3,97
	%	Medios auxiliares	2,000	56,08	1,12
	%	Costes indirectos	3,000	57,20	1,72
Coste de mantenimiento decenal: 10,02€ en los primeros 10 años.				Total:	58,92
Cantidad			4 ud.	Total:	235,68

RTC016		m ²	Falso techo continuo de placas de yeso laminado, sistema "KNAUF".		
Falso techo continuo, situado a una altura menor de 4 m, liso D113 "KNAUF" suspendido con estructura metálica (12,5+27), formado por una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado, Standard "KNAUF".					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt12pfk012a	m	Perfil U 30/30 de chapa de acero galvanizado, sistemas "KNAUF", espesor 0,55 mm.	0,400	1,31	0,52
mt12psg220	Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	1,600	0,06	0,10
mt12pek020g	Ud	Cuelgue combinado, para maestra 60/27, "KNAUF".	0,800	0,72	0,58
mt12pek030	Ud	Varilla de cuelgue "KNAUF" de 100 cm.	0,800	0,41	0,33
mt12pfk011a	m	Maestra 60/27 "KNAUF", de chapa de acero galvanizado.	3,000	1,42	4,26
mt12pek020k	Ud	Conector, para maestra 60/27, "KNAUF".	0,200	0,45	0,09
mt12pek020a	Ud	Empalme en cruz, para maestra 60/27, "KNAUF".	1,900	1,52	2,89
mt12ppk010a	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado, Standard "KNAUF".	1,000	4,36	4,36
mt12ptk010ad	Ud	Tornillo autoperforante TN "KNAUF" 3,5x25.	23,000	0,01	0,23
mt12pck020b	m	Banda acústica de dilatación "KNAUF" de 50 mm de anchura.	0,400	0,25	0,10
mt12pik020	kg	Pasta Uniflott GLS "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,300	1,47	0,44
mt12pik010a	kg	Pasta de juntas Jointfiller 24 H "KNAUF", según UNE-EN 13963.	0,400	1,25	0,50
mt12pck010a	m	Cinta de juntas "KNAUF" de 50 mm de anchura.	0,450	0,03	0,01
mo014	h	Oficial 1ª montador de falsos techos.	0,320	18,21	5,83
mo078	h	Ayudante montador de falsos techos.	0,118	16,98	2,00
	%	Medios auxiliares	2,000	22,24	0,44
	%	Costes indirectos	3,000	22,68	0,68
Coste de mantenimiento decenal: 3,97€ en los primeros 10 años.				Total:	23,36
			Cantidad	22,16 m ²	Total:
					517,65

ICN100		Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split.		
Unidad interior de pared serie K, de expansión directa, marca Daikin, modelo CTXS15K, válida para montaje múltiple, Capacidad frigorífica / calorífica nominal 1.500 / 2.000 W, Alimentación monofásica 220V, de dimensiones (AlxAnxPr) 289x780x215 mm.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt42mhi100a	Ud	Unidad interior de pared serie K, de expansión directa, marca Daikin, modelo CTXS15K, válida para montaje múltiple, bomba de calor, DC Inverter, con válvula de expansión en la unidad exterior, de dimensiones (AlxAnxPr) 289x780x215 mm, dimensiones reducidas y diseño integrado con la decoración, adaptable a dormitorios y pequeñas estancias. Alimentación monofásica 220V mediante interconexión a unidad exterior. Capacidad frigorífica / calorífica nominal 1.500 / 2.000 W, peso 7 kg y nivel sonoro en refrigeración / calefacción 32 / 32 dBA. Conexiones tubería frigorífica Liq.1/4" y Gas 3/8". Cinco etapas de velocidad del ventilador además de funcionamiento silencioso o automático, con caudales en refrigeración / calefacción (nominal) 510 / 570 m3/h. Control por microprocesador, con funciones Modo Inverter Powerful, Rearranque automático, Modo Confort, Autoswing vertical. Incorpora mando a distancia por infrarrojos. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	1,000	266,94	266,94
mo004	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,059	18,21	19,28
mo097	h	Ayudante instalador de climatización.	1,059	16,95	17,95
	%	Medios auxiliares	2,000	304,17	6,08
	%	Costes indirectos	3,000	310,25	9,31
Coste de mantenimiento decenal: 104,16€ en los primeros 10 años.				Total:	319,56

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.	
Sistema de climatización	Precio partida
Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split para conductos	2052,07
Unidad interior de aire acondicionado con distribución por conducto rectangular, para sistema Multi-split.	3171,79
Unidad interior de aire acondicionado, de pared	319,56
Conducto de lana mineral.	439,53
Rejillas de impulsión.	210,26
Difusor.	235,68
Falso techo	517,65
Total P.E.M	6946,55
I.V.A 21%	1458,78
TOTAL (€)	8405,33

Estos datos, relativos al importe de la ejecución del sistema de climatización, serán tratados más adelante en un apartado donde se analizarán, para concluir su viabilidad económica y amortización junto con las demás intervenciones.

9. MEMORIA ENERGÍA FOTOVOLTAICA AISLADA

Comenzamos con la descripción de la instalación de energía fotovoltaica. En primer lugar hablaremos sobre el marco normativo necesario para la implantación de la instalación, a continuación, procederemos al dimensionado y elección de los elementos que la compondrán, para finalmente desglosar los gastos que serían necesarios para llevarla a cabo.

9.1 NORMATIVA

La normativa en la que nos apoyaremos para la correcta implantación de la instalación de los generadores de energía eléctrica fotovoltaica será fundamentalmente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. También consultaremos el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red. Además debemos acogernos a las nuevas disposiciones del Real Decreto 1699/2011, que regula la generación de energía eléctrica fotovoltaica, este decreto marcará el esquema de nuestro sistema.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias específica para la generación de energía eléctrica fotovoltaica es la ITC-40, instalaciones generadoras de baja tensión, donde nos desglosa las condiciones en las que se debe hacer dicha generación.

- **Real Decreto 1699/2011**

Este decreto regula la producción de energía solar fotovoltaica, estableciendo una serie de peajes a pagar tanto por los usuarios que viertan sus excedentes de energía a la red, como los auto-consumidores, que solo utilicen la red como alimentación auxiliar. Esto condicionará el esquema de nuestra instalación, ya que para evitar estos peajes, que suponen la práctica anulación del ahorro conseguido por este tipo de instalaciones, se decide como la mejor opción la instalación fotovoltaica aislada.

También se establece que no se podrá generar energía mediante dos sistemas distintos, siendo posible tan solo una tecnología por referencia catastral, por lo que en nuestro caso, no podríamos pues ya tenemos la generación de agua caliente sanitaria mediante placas solares térmicas.

- **Clasificación**

Nuestra instalación según lo determinado en la ITC-40 es una instalación generadora aislada, esto quiere decir que no existe ninguna conexión con otra fuente de alimentación que no sea la de los generadores fotovoltaicos, y por tanto establece que la conexión a los receptores, en las instalaciones donde no pueda darse la posibilidad del acoplamiento con la Red de Distribución Pública o con otro generador, precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

También en el caso de que queramos implantar una segunda fuente de generación, como pudieran ser generadores eólicos, y su conexión exija la sincronización, se deberá disponer de un equipo manual o automático para realizar dicha operación.

- **Condiciones generales**

Cuando la instalación de generación este alojada en el interior del edificio, este deberá estar dotado de un local técnico convenientemente habilitado y de uso exclusivo, cumpliendo además con las exigencias de protección contra incendios.

- **Cables de conexión**

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre los elementos que componen la instalación no será mayor del 1%.

- **Forma de la onda**

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

- Armónicos de orden par: $4/n$
- Armónicos de orden 3: 5
- Armónicos de orden impar (≥ 5) $25/n$

- **Protecciones**

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos. Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables. Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro, y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

- **Instalaciones de puesta a tierra**

La red de tierras de la instalación conectada a la generación, será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en la otra diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

En las instalaciones de este tipo, se realizará la puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los sistemas recogidos en la ITC-BT-08. En nuestro caso trabajan varios generadores en paralelo, por tanto, deberán conectar a tierra en un solo punto, la unión de los neutros de los generadores.

- **Puesta en marcha**

Para la puesta en marcha de las instalaciones generadoras aisladas, no es necesario ningún tipo de trámite, ya que no existe relación entre el agente productor y la compañía de suministro eléctrico.

9.2 JUSTIFICACION DEL DIMENSIONADO

Para el dimensionado de la instalación de energía solar fotovoltaica se ha utilizado el método de Amperios-Hora. Este método está basado en el cálculo de los amperios consumidos diariamente por el sistema. A partir de este dato, podemos dimensionar cada componente del sistema, teniendo en cuenta todos los factores que afectan al cálculo.

Para el cálculo de la energía solar fotovoltaica se han seguido los pasos a continuación descritos:

- Estimación del consumo
- Corriente y ángulo de inclinación
- Dimensionado de las baterías
- Dimensionado del generador fotovoltaico
- Especificaciones del generador y de la batería.
- Especificaciones del regulador de carga
- Acondicionamiento de potencia
- Especificaciones de los componentes de protección
- Cableado corriente alterna (AC)

- **Estimación del consumo**

Para la estimación de la energía eléctrica consumida por la vivienda, procederemos a la realización de un listado de los aparatos eléctricos con su correspondiente estimación de consumo:

Unidades	Carga	Potencia unitaria	Ciclo diario	Rendimiento del convertidor	Voltaje del sistema	Consumo Amp-Hora (Ah/día)
1	A/A	2000	4	0,90	48	185,19
5	Lámparas LED	5	4	0,90	48	2,31
15	Lámparas LED	5	0,25	0,90	48	0,43
1	Vitrocerámica	2000	0,75	0,90	48	34,72
1	Microondas	640	0,25	0,90	48	3,70
1	Horno	1000	0,05	0,90	48	1,16
2	Televisión	100	3	0,90	48	13,89
1	Videoconsola	194	0,5	0,90	48	2,25
2	Teléfono	5	24	0,90	48	5,56

Unidades	Carga	Potencia. unitaria	Ciclo diario	Rendimiento del convertor	Voltaje del sistema	Consumo Amp-Hora (Ah/día)
1	Wifi	7,5	24	0,90	48	4,17
1	Lavavajillas	670	0,5	0,90	48	7,75
1	Lavadora	300	0,5	0,90	48	3,47
1	Impresora	1,2	24	0,90	48	0,67
1	Altavoces	23	0,5	0,90	48	0,27
3	Carga móvil	5	3	0,90	48	1,04
1	Frigo/conge	200	24	0,90	48	111,11
2	PC portátil	22	4	0,90	48	4,07
1	Tostadora	24	2	0,90	48	1,11
1	Cámara extr.	200	1	0,90	48	4,63
	Potencia total (W)	7401,7			TOTAL	387,50

Tabla 43. Desglose de los consumos de la vivienda.

En la tabla se hace una estimación de la demanda de consumo de la vivienda, teniendo en cuenta los elementos que necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento. Con el dato de potencia y aproximando el tiempo de funcionamiento de estos, obtenemos la potencia consumida en un día por la vivienda. Se mayor por las pérdidas que ocasiona el convertor y finalmente lo pasamos de potencia a amperaje multiplicándolo por el voltaje que tendrá nuestro sistema, obteniendo así los amperios consumidos en un día.

La instalación se dimensiona con 48 V, que es voltaje recomendado para sistemas con una potencia de 5 Kw aproximadamente, además el rendimiento de los inversores mejoran en los sistemas que trabajan con esta tensión de trabajo.

Potencia DC Total (W)	Potencia AC total (W)		Voltaje Nominal del sistema (V)		Corriente pico (A)	
0	+	7401,7	/	48	=	154,20
Consumo total A-h	Factor rendimiento de cableado		Factor de rendimiento de batería		Consumo total Ah corregido (Ah/ día)	
387,50	/	0,98	/	0,90	=	439,34

Tabla 44. Cálculo de la corriente pico y consumo corregido.

El cálculo de la corriente pico es importante para los próximos apartados, ya que a través de esta, dimensionaremos el regulador de carga, el inversor y el cableado. La corriente pico resulta del sumatorio de las potencias unitarias de los aparatos eléctricos, dividido por el voltaje del sistema.

Para terminar con este apartado, se corrige el consumo calculado en la tabla 43. Se realizará mayorando el resultado, ya que multiplicaremos el consumo de amperios al día que habíamos obtenido, por los rendimientos de las baterías y del cableado. Es importante tener en cuenta todas las pérdidas que resultan en el sistema.

- **Corriente y ángulo de inclinación**

El sistema necesita de la captación de energía solar, que como sabemos no está disponible con la misma intensidad durante todo el año, esto implica que habrá meses en los que la cantidad de energía que puedo captar con mi sistema se verá limitado, y es en esos meses de menor irradiación solar en los que debo apoyar los cálculos del dimensionado de la instalación.

La irradiación solar, en el trópico de cáncer, es menor en los meses de Diciembre, Enero o Febrero. Los factores que influyen en la irradiación, son la climatología y la inclinación de la tierra, haciendo que tengamos menos días de sol, menos horas (ya que los días son más cortos) y que el ángulo de incidencia de los rayos sea más oblicuo. Todo ello hace que el sistema sea crítico en los meses de invierno, y como consecuencia debemos analizar los datos de irradiación solar en esos meses y en base a estos, calcular nuestra corriente de diseño.

Datos de radiación	Localidad	Latitud	Longitud
PVGIS	Mairena del Aljarafe	37,350195	-6,037245

El ángulo escogido = 45°

M E S	Consumo corregido (Ah/día)	H sol pico (Hra/Día)	=	Corriente diseño (A)
E	439,34 /	4,38	=	100,31
F	439,34 /	4,56	=	96,35
M	439,34 /	5,68	=	77,35
A	439,34 /	5,32	=	82,58
M	439,34 /	5,97	=	73,59
J	439,34 /	5,98	=	73,47

M E S	Consumo corregido (Ah/día)	H sol pico (Hra/Día)	=	Corriente diseño (A)
J	439,34 /	6,00	=	73,22
A	439,34 /	6,12	=	71,79
S	439,34 /	5,86	=	74,97
O	439,34 /	5,41	=	81,21
N	439,34 /	4,08	=	107,68
D	439,34 /	3,77	=	116,54

Angulo = 30°						Angulo=50°					
M E S	Consumo corregido (Ah/día)		H sol pico (Hra/Día)	=	Corriente diseño (A)	M E S	Consumo corregido (Ah/día)		H sol pico (Hra/Día)	=	Corriente diseño (A)
E	439,34	/	3,95	=	111,23	E	439,34	/	4,46	=	98,51
F	439,34	/	4,3	=	102,17	F	439,34	/	4,59	=	95,72
M	439,34	/	5,61	=	78,31	M	439,34	/	5,63	=	78,04
A	439,34	/	5,58	=	78,74	A	439,34	/	5,17	=	84,98
M	439,34	/	6,57	=	66,87	M	439,34	/	5,71	=	76,94
J	439,34	/	6,74	=	65,18	J	439,34	/	5,66	=	77,62
J	439,34	/	6,68	=	65,77	J	439,34	/	5,7	=	77,08
A	439,34	/	6,65	=	66,07	A	439,34	/	5,91	=	74,34
S	439,34	/	5,92	=	74,21	S	439,34	/	5,77	=	76,14
O	439,34	/	5,16	=	85,14	O	439,34	/	5,42	=	81,06
N	439,34	/	3,74	=	117,47	N	439,34	/	4,14	=	106,12
D	439,34	/	3,39	=	129,60	D	439,34	/	3,85	=	114,12

Tabla 45. Corrientes de diseño, en función del consumo corregido y las HSP (Horas sol pico)

La inclinación que se considera óptima es la de 45°, ya que aunque encontramos mejores resultados para diciembre con 50°, también debemos tener en cuenta el impacto que suponen los generadores en la cubierta. La cubierta inclinada tiene 25°, lo que supondría que los soportes nos dieran 20° extras para llegar a los 45°, no supone un problema técnico aumentar la inclinación, pero si podría suponer un problema estético o práctico.

Angulo = 30°		Angulo = 45°		Angulo = 50°	
H sol pico (Hra/Día)	Corriente Diseño (A)	H sol pico (Hra/Día)	Corriente Diseño (A)	H sol pico (Hra/Día)	Corriente Diseño (A)
3,39	129,60	3,77	116,54	3,85	114,12

Para la inclinación elegida tendremos unas horas sol pico (h/día), una unidad es equivalente a 1000 W/m²/día, por lo que a través de los datos de irradiación podemos conocer cuantas horas sol pico hay en nuestra zona. Con las coordenadas de situación buscamos, en las bases de datos disponible, que irradiación corresponde para una inclinación de 45°, el resultado es de 3770 W/m²/día, siendo las horas sol pico 3,77, factor que multiplicamos por nuestro consumo corregido para obtener la corriente de diseño.

- **Dimensionado de las baterías**

Las baterías servirán al sistema de alimentación en caso de que no se produzca la suficiente irradiación en varios días o por las noches, por tanto es una de las bases sobre las que se sustenta el sistema. Al ser un elemento crítico, su dimensionado es vital, ya que hay que ajustar muchos parámetros, no solo para que estén optimizadas para la alimentación del sistema, sino que también han de estarlo para su durabilidad, ya que su coste puede suponer hasta un 60% de la instalación.

Comenzamos por la elección de la profundidad de descarga que tendrán nuestras baterías. Las baterías no pueden descargarse más de un porcentaje, que especifica siempre el fabricante. Por debajo de este porcentaje nuestra batería comenzará a perder capacidad de carga y por tanto a disminuir su vida útil. Algunas permiten hasta un 80% de profundidad de descarga, pero esto está directamente relacionado con el número de ciclos de la batería como vemos en la figura 11. Por tanto vamos a escoger una profundidad que permita que nuestras baterías tengan una larga vida.

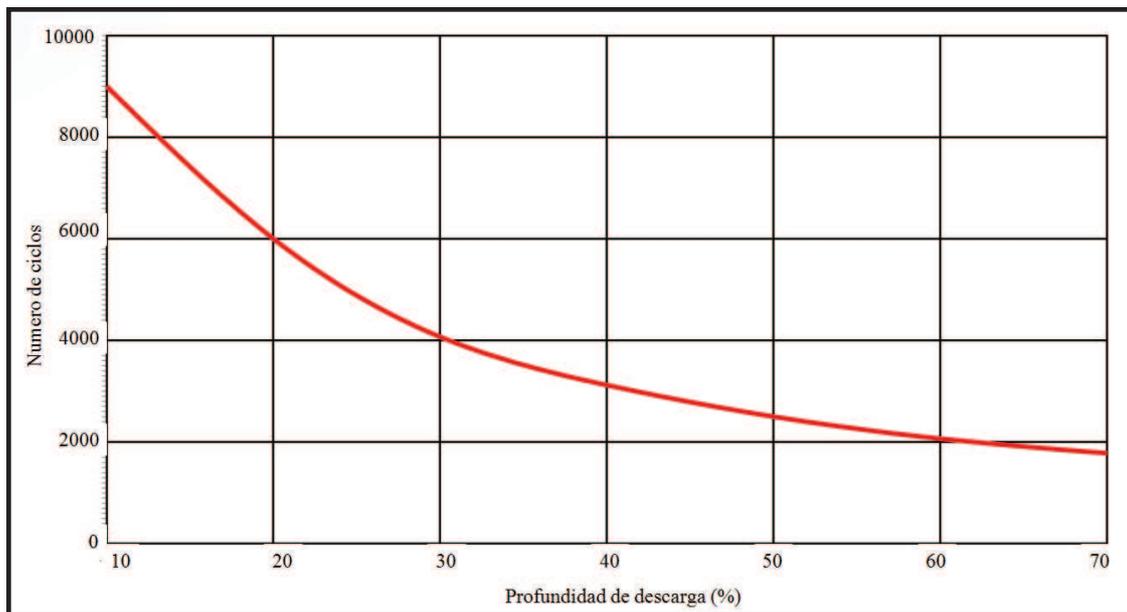


Fig. 12. Grafismo del número de ciclos en relación a la profundidad de descarga

Como observamos en la figura, la curva es exponencial, es decir, que cuanto más consigamos acercarnos a una profundidad de descarga (DOD) menor, contribuiremos a una mayor durabilidad de las baterías, aunque debe buscarse un equilibrio, ya que si las baterías solo pueden descargarse un 10%, supondría un mayor número de estas, por lo que el precio del sistema de baterías se dispararía.

La temperatura a la que trabajan estas baterías también condiciona su comportamiento y profundidad de descarga a la que pueden trabajar, ya que si la temperatura es demasiado baja y descargamos en exceso la batería puede producirse la congelación del electrolito, dejando inservible el elemento. En nuestro caso este factor no afectará, ya que estarán instaladas en un local técnico, que registrará unas temperaturas mínimas de 10 °C en caso extremo. Como conclusión podemos permitir una profundidad de descarga de hasta el 100 % como vemos en la figura 12.

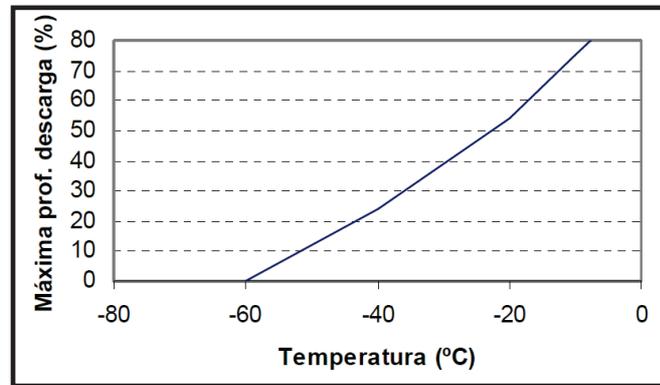


Fig. 13. Profundidad de descarga admisible en función de la temperatura.

La profundidad de descarga máxima estacional elegida será del 70%, y la diaria del 20%, eligiéndose la más desfavorable, lo que nos aseguraría una vida útil prolongada, favoreciendo así que la inversión pueda ser amortizada. El fabricante en sus especificaciones, indica que para una profundidad del 20% diario que será lo más habitual, la batería cumpliría 6000 ciclos aproximadamente sin ningún problema, las baterías durarían aproximadamente 20 años, aunque el sistema en ocasiones muy poca irradiación en el periodo invernal necesitaría llegar al 70% de DOD, por lo que la cifra se puede ver reducida a 15 años aproximadamente

Seguimos con el cálculo del tiempo de operación medio, que es un tiempo promedio de operación en el caso de varios consumos operando diferentes tiempos.

$Ah/día \cdot 48 V = \text{Consumos por tiempos de operación} = 439,34 \cdot 48 V = 21088,32 \text{ Wh/día}$
$\text{Tiempo de operación medio} = \frac{\sum \text{Consumos} \times \text{tiempos de operación}}{\sum \text{Consumos}}$
$\text{Tiempo de operación medio} = 21088,32 \text{ Wh/día} / 7401,70 W = 2,85 \text{ h/día} = \text{TOC}$

Con este dato podemos pasar a calcular el régimen de descarga medio;

$\text{Régimen de descarga medio} = (\text{N}^\circ \text{ días autonomía} \cdot \text{TOC}) / \text{Máxima profundidad de descarga}$
$\text{Régimen de descarga medio} = (4 \text{ días} \cdot 2,85 \text{ h/día}) / 0,7 = 16,28 \text{ h}$

Esto significa que nuestra batería con un régimen de descarga de 16,28 h, tendrá que suministrar los suficientes amperios al sistema en ese tiempo. La capacidad real C en Ah de una batería depende de la corriente a la que se descargue la misma, es decir, cuanto más lento se descargue esta, mas amperios obtendremos de ella. Para la elección de la batería tenemos que tener en cuenta que nuestro régimen es C20 aproximadamente, es decir, para una batería de 100 Ah a C20, significa que puede suministrar, 100 A en 20 h, o lo que es lo mismo 5 A cada hora, por tanto necesitaremos un amperaje en ese intervalo de tiempo.

Encontraremos un factor de corrección de pérdidas por temperatura, ya que en ambientes fríos la batería pierde rendimiento. En el gráfico que se muestra a continuación podemos ver como para un régimen de descarga C20 tenemos una corrección de 0,9, ya que como dijimos, la temperatura del local técnico que albergara la instalación, será de 10°C mínimo.

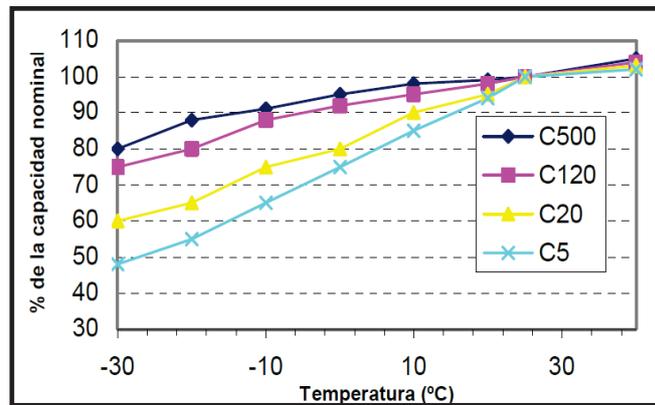


Fig. 14. Incidencia de la temperatura según el régimen de descarga sobre la capacidad nominal de la batería.

Tras analizar los datos previos que debemos conocer para el correcto dimensionado del sistema, vamos a proceder al cálculo de la capacidad de las baterías y elementos necesarios.

Consumo total A-h corregido (Ah/día)	Días de autonomía		Max. profundidad de descarga		Corrección de T°		Capacidad necesaria de batería (Ah)	Capacidad de la batería seleccionada		Baterías en paralelo		
	X		/		/			/				
439,34	X	4	/	0,7	/	0,95	=	2642,65	/	2472 C20	=	1,07
439,34	X	1	/	0,2	/	0,90	=	2440,78	/	2472 C20	=	0,99

Tabla 46. Capacidad de Ah en régimen C20 que necesita el grupo de baterías y unidades en paralelo.

En el periodo invernal la falta de irradiación puede suponer un problema para la instalación que queremos llevar a cabo, la zona geografía en la que se ubica el proyecto es de alta irradiación, pero esto no implica que siempre se cubran los mínimos de energía absorbida. Por ello, se tienen en cuenta una autonomía del sistema de 4 días, en este intervalo de tiempo se considera que la irradiación es nula.

En la tabla se muestra el consumo total ya corregido en Ah/día, al que como hemos determinado una autonomía de 4 días, será multiplicado por este factor. Tras esta operación aplicamos factores de corrección y la máxima profundidad de descarga que escogimos, mayorando así el resultado y asegurando la optimización del sistema.

A continuación dividimos esa capacidad necesaria de batería entre la capacidad de la escogida, dicha capacidad deberá ser en un régimen C20, como ya apuntamos con anterioridad. Con este paso, sabremos cuantos elementos debemos poner en paralelo para alcanzar el amperaje de cálculo. En nuestro caso, debemos disponer de un par de baterías en paralelo. El siguiente escalón será determinar el número de elementos en serie que requiere la instalación, este dato lo conseguimos dividiendo el voltaje del sistema por el de nuestras baterías.

Voltaje nominal del sistema (V)	Voltaje nominal de la batería		Baterías en serie		Baterías en paralelo		Nº Total de baterías	
48	/	12	=	4	x	1	=	4

Tabla 47. Unidades en serie y total del sistema de baterías.

Para concluir con el dimensionado de las baterías, vamos a calcular la capacidad útil de estas. Para conseguirlo haremos el producto de los elementos en paralelo por la capacidad de los mismos, para posteriormente mayorarlo aplicando un factor de profundidad de descarga estacional.

Baterías en paralelo	Capacidad de la batería seleccionada		capacidad del sistema de baterías		Factor de profundidad de descarga estacional		Capacidad Útil	
1	x	2472	=	2472	x	0,90	=	2224,8

Tabla 48. Capacidad útil del conjunto de baterías.

En la siguiente ficha se muestran las características básicas de la batería escogida;

Información de la batería	
Marca	Hawker
Modelo	Ecosafe TZS-16 Opzs
Tipo	Plomo-ácido antimonio vasos de 2 V
Voltaje nominal (V)	2
Capacidad nominal (Ah)	2472Ah a C20

Tabla 49. Características de básicas de las baterías necesarias para el cálculo.

- **Dimensionado del generador fotovoltaico**

Los generadores fotovoltaicos son los encargados de captar la irradiación solar y convertirla en energía, los factores más importantes a la hora de elegir nuestros paneles serán la potencia (Wp) y el voltaje nominal al que trabajan (V).

Comenzamos el dimensionado de los generadores, haciendo una estimación de la reducción de corriente estacional, que afrontará el sistema en el periodo invernal, que es el más crítico. El conjunto de las baterías sufre una disminución de su capacidad como consecuencia de la descarga estacional de las mismas, y esto también se refleja en el sistema, ya que todo trabaja en conjunto. Para saber en cuanto se traduce esta reducción en la generación fotovoltaica, a partir de la capacidad útil del conjunto de baterías, la dividiremos entre la irradiación solar de cálculo, y los días estacionales de sol mínimo, obteniendo como resultado esa reducción estacional de corriente, que restaremos posteriormente a la corriente de diseño que estimamos con anterioridad.

Capacidad Útil (A)	Horas sol Pico máx. (h/Día)	Días consecutivos estacionales sol mínimo (días)	Reducción estacional de corriente (A)			
2224,8	/	3,77	/	40	=	14,75
Corriente diseño (A)	Reducción estacional de corriente (A)		Corriente corregida (A)			
116,54	-	14,75	=	101,79		

Tabla 50. Cálculo de la reducción de corriente estacional y corriente corregida.

Tras completar este paso, procedemos a aplicar un factor de corrección del módulo, que no es otra cosa, que las pérdidas que producen estos en función del material del que están compuestos, obteniendo una corriente de diseño corregida a partir de la cual, sabiendo la corriente nominal de los paneles, deducimos cuántos módulos tendremos que colocar en paralelo para alcanzar dicha corriente.

Corriente corregida	Factor de corrección del módulo	Corriente diseño corregida (A)	Corriente nominal del módulo (A)	Módulos en paralelo				
101,79	/	0,9	=	113,1	/	8,68	=	13,02 ≈ 12

Tabla 51. Unidades del generador dispuestas en paralelo.

Aunque el número de generadores a instalar sería entre 12/13, se instalarán 12, debido a que no hay suficiente espacio en la cubierta para su instalación. Esta minoración de elementos no afecta al cálculo, ya que se han utilizado coeficientes de seguridad, que nos permiten este margen.

Los módulos escogidos tienen una tensión nominal de 48 V, por lo que nos reduce en este caso la cantidad de estos a disponer, siendo necesario solamente un generador en cada serie. Haciendo el producto de los módulos en serie y en paralelo, hayamos la cantidad total de paneles a instalar..

Tensión nominal sistema (V)	Tensión nominal modulo (V)	Módulos en serie	Módulos en paralelo	Total de módulos
48	/	48	= 1 x 12	= 12

Tabla 52. Unidades del generador dispuestas en serie y número total del conjunto.

A continuación se detallan algunos aspectos básicos de los generadores;

Información del modulo Fv			
Módulo	QS 500 QLX	Corriente (Imp)	8,14
Largo	2506 mm	Tensión (Voc)	75,70
Ancho	1340 mm	Corriente (Isc)	8,68
Tensión (Vmp)	63,10	Voltios nominales	48

Tabla 53. Características básicas de los generadores necesarias para el dimensionado.

- **Especificaciones del generador y de la batería**

En este apartado se calcularán las especificaciones que tendrán nuestro sistema de generadores y baterías, para posteriores operaciones.

Corriente nominal del modulo (A)	Módulos en paralelo	Corriente nominal generador (A)
8,00	x 12	= 96,00

Isc modulo (A)	Módulos en paralelo	Isc del generador (A)
8,68	x 12	= 104,16

Voltaje nominal modulo (V)	Módulos en serie	Voltaje nominal generador (V)
48	x 12	= 576

Voc. Modulo (V)	Módulos en serie	Voc generador (V)
75,7	x 12	= 908,4

Baterías en paralelo	Baterías en serie	Total de baterías (A)
1	x 4 (6 vasos de 2V)	= 4
Capacidad sistema de baterías (Ah)		2472

Tabla 54. Cálculos para la determinación de las características del conjunto de generadores y baterías.

- **Especificaciones del regulador de carga**

Para conocer la corriente mínima del regulador de carga, procedemos aplicando un coeficiente de seguridad de 1,25, respecto a la corriente de cortocircuito del generador. Este coeficiente, acomodará las corrientes excesivas causadas por el aumento de irradiaciones, que a veces producen las nubes durante cortos periodos de tiempo. Con la corriente mínima del regulador, dividimos entre la corriente que especifica el regulador y obtenemos el número de reguladores en paralelo que debemos instalar.

	Isc del generador (A)		Corriente mínima del Regulador (A)		Corriente nominal regulador (A)		Regulador en paralelo	
1,25	x	104,16	=	130,2	/	60,00	=	2,17 ≈ 2

Tabla 55. Estimación del numero de reguladores necesarios para regular la corriente de generación..

- **Acondicionamiento de potencia**

En este apartado a partir de los requisitos que precisa el sistema, escogeremos un inversor que cumpla dichas características. Para el cálculo de la potencia del sistema, basta con hacer el sumatorio de las potencias de los aparatos a alimentar, y aplicar un coeficiente de seguridad del 20%. No todos los aparatos estarán funcionando al 100% todo el tiempo, por lo que se aplicará un factor de simultaneidad del 0,7. También se debe tener en cuenta que muchos electrodomésticos al ponerse en funcionamiento tienen un pico de arranque, en ocasiones con 4 o 5 veces la potencia nominal de estos, por ello se tendrá en cuenta también en el dimensionado, dejando un margen de potencia, más allá del de seguridad.

Requerimiento del sistema		
Forma de onda	Senoidal	(V)
Voltaje DC	48	(V)
Voltaje AC	230	(W)
Potencia Máxima	8000	(W)
Potencia nominal	6000	(W)
Régimen de servicio continuo	6000	(W)
Rendimiento a carga nominal	0,95	(%)

Tabla 56. Demandas del sistema para el dimensionado del inversor.

Especificaciones del Inversor			
Marca	XANTREX		
Modelo	Onda Pura Xantrex XW 6048 6000w 48v		
Forma de onda	Senoidal		
Voltaje DC	48		(V)
Voltaje AC	230		(V)
Potencia de sobretensión transitoria	12000		(W)
Potencia nominal	6000		(W)
Potencia continua	6000		(W)
Características			
Carga de batería	✓	Arranque de generador aux.	✓
Voltímetro	✓	Conmutador de cambio	✓
Control remoto	✓	Seguimiento MPP	✓

Tabla 57. Características básicas del inversor.

- **Especificaciones de los componentes de protección**

Los elementos de protección se situarán entre los diferentes elementos de la instalación a fin de protegerlos de las posibles sobretensiones, y también a los usuarios de contactos directos.

GENERADOR-REGULADOR						
Isc del generador FV (A)	Corriente max. del generador (A)	Voc del generador (V)		Magnetotérmico	Diferencial	
			Corriente Nominal (A)	200	250	
			Voltaje Nominal (V)	250	250	
1,25			Tipo	DC	DC	
x	104,16	=	130,2	75,70	Situación	En caja de conexionado

Tabla 58. Protecciones del circuito de los generadores al regulador.

REGULADOR/BATERÍA REGULADOR / INVERSOR								
Corriente DC max. generador (A)	Corriente máximo consumo (A)	Voltaje máximo batería (V)	Corriente Nominal (A)	Magnetotermico		Diferencial		
				250		250		
				250		250		
				DC		DC		
1,25			Tipo					
x	130,2	=	162,75	48	Situación			Inmediatamente a la salida de la batería

Tabla 59. Protecciones de los circuitos del regulador-batería-inversor, y este ultimo al consumo.

- **Cableado corriente continua (DC)**

Para el cálculo del cableado nos apoyaremos en la ITC-BT-19, que establece los criterios del mismo, en función del tipo de cable y de la protección de este. La fórmula para hallar las secciones que se ha utilizado es:

$$S = (2 \cdot L \cdot I) / (K \cdot U) \quad \text{Siendo:}$$

L = longitud de la línea

I = intensidad

U = caída de tensión

K = conductividad del material del cable.

Cableado	Voltaje del sistema (V)	Max. corriente (A)	Longitud (m)	Caídas de tensión permitidas (%)	Intensidad según sección escogida	Tamaño	Tipo de cable
Circuito del generador							
Generador al regulador	48	130,2	10	1	314 > 130,20	120 mm ²	2x XPLE
Circuitos DC regulador/batería regulador / inversor							
Regulador a inversor	48	162,75	3	1	175 > 162,75	50 mm ²	2x XPLE
Puesta a tierra		Tipo de cable		Tamaño		Tipo puesta a tierra	
Puesta a tierra generadores		Cobre		70		Según REBT-ITC-08	
Puesta a tierra del sistema		Cobre		50		Según REBT-ITC-08	

Tabla 60. Secciones del cableado de corriente continúa.

9.3 IMPLANTACION

Comenzamos con la implantación del sistema de energía fotovoltaica. El conjunto estará distribuido fundamentalmente entre la cubierta, donde se producirá la captación y el local técnico que se dispondrá en el sótano.

Todos los elementos del sistema tendrán sus propios dispositivos de protección, contra cortocircuitos o sobretensiones, y contra contactos directos.

- **Generadores fotovoltaicos.**

Los paneles podríamos decir que son el primer punto de nuestra instalación, a través de ellos obtendremos la energía gracias a la excitación de sus células fotovoltaicas, que se produce por la incidencia de la irradiación solar.

Para conseguir que la irradiación sea máxima lo más lógico es ubicarlos en un lugar donde no tenga sombras arrojadas, que restarían eficiencia al panel. Otro factor también de vital importancia, es la inclinación a la que se disponen los paneles, así como su orientación. El ángulo con la horizontal de los generadores para el periodo de invierno, donde nuestro sistema es crítico, será un ángulo más cercano a los 90°, esto es debido a la elevación solar, que en invierno es muy baja, por lo que nuestros paneles adoptarán un ángulo para disponerse lo más perpendicular posible a la irradiación solar.

El panel se colocará con una inclinación de 45° con el horizonte, aprovechando la inclinación que ya tiene la cubierta de 25°. Este hecho, hace que el impacto que puede producir la inclinación de los generadores se vea reducido, y su implantación sea más armónica con la arquitectura de la fachada.

La ubicación de los generadores fotovoltaicos será lo más elevado posible, evitando así las sombras arrojadas. Por tanto estarán sobre la cubierta superior de la vivienda, la que esta inclinada hacia la orientación Sur. La orientación es un punto clave para la óptima implantación del campo de generadores, ya que de esto dependerá que la irradiación que reciben sea la suficiente. Lo más eficiente en este factor es la orientación Sur, siendo la que más irradiación recibe.

Una vez analizados los puntos críticos para la implantación del conjunto de generadores, podemos determinar, que se dispondrán con una orientación Sur e inclinación de 45° con la horizontal, y sobre la cubierta más elevada de la vivienda en su faldón Sur. Estarán conectados los 12 generadores entre sí en paralelo con unas dimensiones de 2506 mm x 1340 mm x 20 mm. Lo harán sobre soportes que analizaremos posteriormente.

- **Regulador de carga**

El regulador de carga en un sistema fotovoltaico es de vital importancia, ya que da cohesión al sistema. Es el encargado de recibir la energía de los generadores y decidir si esa energía debe ir directamente al inversor para su consumo, o bien debe almacenarse en las baterías para una futura demanda.

El almacenamiento de la energía en las baterías es un proceso importante, ya que una deficiencia en este sentido puede acortar la vida de nuestras baterías. El regulador puede suponer un 5% del total de la instalación, pero si por ello quedan afectadas las baterías estaríamos hablando del 60% del coste, por tanto es crítico el dimensionar y elegir un regulador de garantías.

Es el encargado de asegurar un proceso óptimo de carga de las baterías, protegiéndolas de las sobrecargas y sobredescargas. Puede compensar la temperatura de estas, activar alarmas y avisos, con monitorización y visualizadores, que nos permiten conocer cuál es el estado del sistema en todo momento, además incorpora un software para el control del equipo y gestión de los datos del sistema, con lo que podemos manejar y almacenar datos en el ordenador.

Estará implantado en el local técnico para la instalación fotovoltaica, ubicado en el sótano, en un habitáculo que se habilitará a tal efecto. El local técnico será analizado en apartados posteriores.

- **Baterías**

El conjunto de baterías como ya hemos mencionado, es una de las partes más importantes del sistema de energía fotovoltaica, ya que afecta notablemente al presupuesto, al rendimiento de la instalación y por supuesto nos asegura la autonomía de la instalación, en momentos en los que existe una carencia de irradiación.

Tenemos un total de 24 elementos, formando un sistema de baterías de 6 vasos de 2V cada una, dispuestas 4 en serie y 1 en paralelo. La dimensión de cada vaso es de 399 x 214 x 813 mm, pudiéndose acoplar entre ellos sin quedar distancia apreciable de uno a otro, y ocupando una superficie de unos 2 m². Los vasos quedarán dispuestos sobre una bancada, que los levantará del suelo evitando posibles desperfectos en estas y ayudando a su mantenimiento.

Están diseñadas para tener una autonomía de 4 días con la instalación a pleno rendimiento, con un régimen de descarga de C20. Las condiciones de descarga pueden hacer variar estos parámetros, aunque las hipótesis de cálculo han sido críticas, por lo que lo normal sería que la autonomía fuese mayor.

Quedarán alojadas en un local técnico de uso exclusivo de la instalación solar fotovoltaica, con las medidas de seguridad necesarias para los locales que albergan acumuladores de energía mediante baterías de plomo-ácido, como es nuestro caso.

- **Inversor**

Se trata del elemento encargado de convertir la corriente continua, procedente bien directamente de los generadores o bien de las baterías, en corriente alterna, que es a la que funcionan la práctica totalidad de los electrodomésticos hoy en día. Esta operación la hará con una onda senoidal, que es la que mejor se adapta a los diferentes aparatos a alimentar.

El inversor estará ubicado en el local técnico junto con las baterías y el convertidor, es un elemento de tamaño pequeño al igual que el regulador, que ira empotrado en uno de los paramentos del local. Sus dimensiones son 580 x 410 x 230 mm.

- **Local técnico**

Las características del local técnico para albergar componentes de instalaciones fotovoltaicas son muy restrictivas, por lo que hay que prestar atención a su diseño. Para ello, nos hemos apoyado en la guía de buenas prácticas para Locales de carga de baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico, la NTP 617.

En primer lugar, debemos conocer los riesgos que supone albergar una instalación de este tipo, para tomar las pertinentes medidas correctoras. Existen riesgos de explosión por la liberación de hidrógeno y oxígeno en presencia de un foco de ignición, de contacto y proyección de ácido sulfúrico fuertemente corrosivo, de contacto con la corriente eléctrica en la utilización de los equipos de carga y riesgos higiénicos por inhalación de aerosoles de ácido sulfúrico.

Para controlar estos posibles riesgos se tomarán las siguientes medidas para el control de los mencionados anteriormente ;

- Estará prohibido prender cualquier tipo de llama, ya sea de cigarrillos, mecheros, cerillas, etc.
- Se cubrirán los bornes con capuchón aislante y se utilizarán herramientas aislantes.
- No podrán manipularse ninguno de los dispositivos del sistema sin desconectar todo previamente.
- La ventilación en un local de carga de baterías será suficiente para evitar el sobrecalentamiento de las baterías y de los cargadores, para que la concentración de hidrógeno este por debajo del límite inferior de explosividad y para que la concentración de vapores de ácido sulfúrico sea inferior al valor límite ambiental de exposición diaria establecido (1 mg/m³).
- Los ventiladores con motores de protección antideflagrante, estarán instalados a una altura cerca del techo, y deberán estar previstos para la extracción del hidrógeno que es más ligero que el aire.
- La entrada de aire de renovación se hará por la parte baja cerca del suelo.

Además se señalizará la prohibición de fumar o prender llama en el interior del local, se advertirá del riesgo de salpicaduras de líquido corrosivo. En los planos adjuntos a este documento se detallará la disposición en el local de los elementos.

- **Soportes**

Los soportes que sustentarán a los generadores fotovoltaicos deben darnos 20° extra de inclinación sobre la cubierta inclinada que ya dispone 25°. Estarán dispuestos de forma que quede optimizada la separación entre los módulos, y así el aprovechamiento de la superficie de captación será mayor.

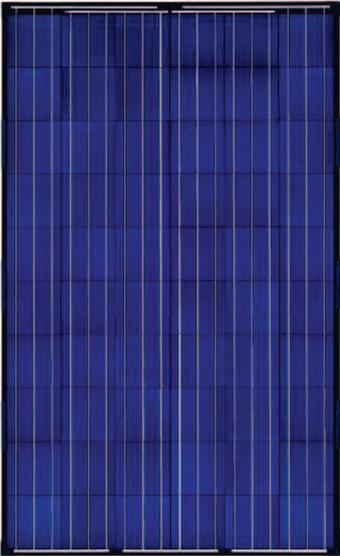
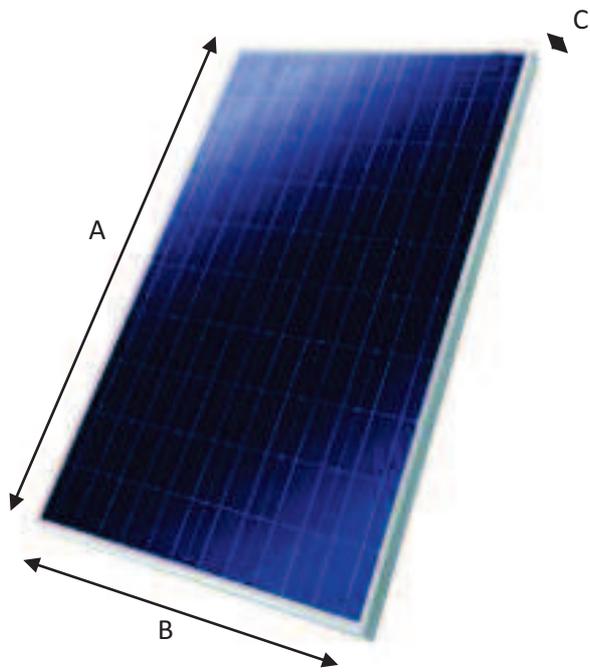
Serán de aluminio, lo que nos asegura que será una estructura de soporte liviana, y por tanto evitará problemas de sobrecarga en la cubierta, con soporte coplanario para 7 módulos para tejados ligeramente inclinados, incluso equipará la puesta a tierra entre paneles y cable.

- **Protecciones**

Las conexiones bien hechas y seguras, son esenciales si se desea que el sistema funcione correctamente de acuerdo con el dimensionado realizado, y tenga una larga vida útil. La instalación de interruptores y fusibles es muy importante para el funcionamiento y mantenimiento seguro del sistema.

Por ello, se implantarán cuadros eléctricos que albergarán tanto interruptores magnetotérmicos, como interruptores diferenciales, para proteger los equipos contra sobretensiones y proteger a los usuarios respectivamente.

9.4 FICHAS TECNICAS

CARACTERISTICAS DEL GENERADOR QS 500 QLX DE QSOLAR			
	Potencia	W	500
	Tolerancia positiva	-	-0 ≈ + 5%
	Potencia máxima	W	500
	Voltaje máximo del sistema	V	1000
	Eficiencia del modulo	%	14,9
	Tensión punto de máxima potencia (Vmp)	V	63,1
	Corriente punto de máxima potencia (Imp)	A	8,14
	Tensión de circuito abierto (Voc)	V	75,70
	Corriente de cortocircuito (Isc)	A	8,68
	Numero de celdas	120	
	Tipo de celdas	Policristalinas	
	Dimensiones de las celdas	mm	156x156
Peso	Kg	30	
			
	MM.		
A	2506		
B	1340		
C	20		
Coeficientes de temperatura			
Pmax (%/°C)	-0,43		
Vpm (%/°C)	-0,43		
Ipm (%/°C)	-0,019		
Voc (%/°C)	-0,32		
Isc (%/°C)	+0,003		
Conectores	MC4 de IP67		
			

CARACTERISTICAS DE LA BATERIA TZS-16 ECOSAFE DE HAWKER

	Tension nominal	V	2
	Numero de bornes por polo	-	3
	Valor Ah en régimen C10 a 25 °C	Ah	2240
	Valor Ah en régimen C20 a 25 °C	Ah	2472
	Valor Ah en régimen C120 a 25 °C	Ah	3050
	Valor Ah en régimen C240 a 25 °C	Ah	3187
	Peso con electrolito	Kg	161
	Peso sin electrolito	Kg	118,3
	Electrolito volumen	L	38,9



	MM.
L	399
l	214
H	813

Electrodo positivo: placa tubular fundida a presión con una aleación de plomo-antimonio óptima.

Electrodo negativo: placa plana de rejilla con una aleación de antimonio.

Separadores: material microporoso de baja resistencia.

Vaso: moldeado a partir de acrilonitrilo estireno transparente (SAN) que permite el control visual del estado de la celda y el nivel de electrolito.

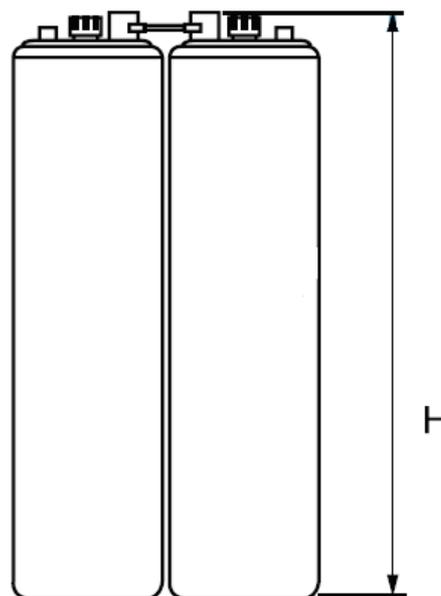
Tapa: fabricado de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

Orificios de ventilación: tapones de seguridad antideflagrantes. Se dispone también de tapones con ventilación especiales que permiten el rellenado y la lectura de la densidad sin necesidad de sacarlos.

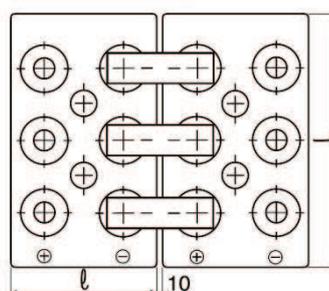
Electrólito: disolución de ácido sulfúrico con una densidad nominal de $1,240 \pm 0,010$ (al nivel máximo) a 25°C cuando el elemento está totalmente cargado. La gran reserva de electrolito reduce el rellenado hasta una vez al año.

Bornas: realizadas de una aleación de plomo con pieza intercalada de latón diseñado para ofrecer una resistencia mínima y un flujo de corriente máximo así como a prueba de fugas de electrolito.

Conexiones: las conexiones entre elementos están totalmente aisladas, son de pletina de cobre y permiten la medida de tensión.



TZS 13 to TZS 16



CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR DE CARGA SOLAR XW-MPPT60-150 DE XANTREX

	Tensión nominal de la batería	V CC	48
	Tensión máxima del campo FV	V CC	140
	T. máxima de circuito abierto del campo FV	V CC	150
	Intensidad de cortocircuito del campo	A CC	Max 60
	Tamaño min-max. del los cables conductores	mm ²	2,5 a 10
	Consumo total durante el funcionamiento	W	2,5
	Peso	Kg	4,8
	Dimensiones Al x An x Prof	mm	368
			146
			138
El sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) controla el suministro de la potencia máxima disponible del campo FV al banco de baterías			
Protección integrada contra fallos a tierra del campo FV			
Diseño refrigerado por convección, altamente fiable. No requiere ventilador; un disipador térmico de aluminio troquelado de grandes dimensiones permite producir el máximo de corriente hasta los 45° C sin disminución de la potencia por causas térmicas			
	Algoritmos de carga seleccionables de dos o tres etapas, con equalización manual, para maximizar el rendimiento del sistema y prolongar la vida de las baterías		
	Pantalla de cristal líquido (LCD) de dos líneas y 16 caracteres y cuatro botones para la configuración y supervisión del sistema		
	Protección de las entradas contra sobretensiones y subtensiones, protección de las salidas contra sobreintensidades y protección contra realimentación (intensidad inversa) (la pantalla LCD muestra mensajes de aviso y fallo cuando la unidad se desconecta como medida de seguridad)		
	Protección contra sobretemperatura y disminución de potencia cuando la producción de potencia y la temperatura ambiente son elevadas		
	Sensor de temperatura de las baterías (BTS) incluido; permite la carga compensada por temperatura de las baterías		
	Protocolo de comunicación de red compatible con Xanbus™ (desarrollado por Xantrex)		

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR XW6048-230-50 DE XANTREX

	Potencia de salida continua		W	6000		
	Sobre tensión transitoria		W	12000		
	Intensidad de sobretensión		A	53		
	Forma de onda		Onda senoidal verdadera			
	Eficacia máxima		%	95,4		
	Consumo de modo inactivo de búsqueda		W	< 7		
	Tensión nominal de entrada CA		V	230		
	Intervalo de tensión entrada CA		V	156 a 280		
	Intervalo de frecuencia entrada CA		Hz	40 a 68		
	Tensión de salida CA		V	230 +/- 3%		
		Intensidad de transferencia máxima CA		A	56	
		Intensidad de salida continua CA		A	26,1	
		Frecuencia de salida CA		Hz	50 +/- 0,1	
Carcasa	IP	20	Tiempo de transferencia típico		ms	8
Peso	Kg	57	Intensidad CC a potencia nominal		A	131
Dimensiones	mm	580	Intervalo de tensión entrada CC		V	44 a 64
		410	Corriente de carga nominal		A	100
		230	Carga con corrección de factor de potencia		FP	0,98

Salida de onda senoidal verdadera. Configuración monofásica (230 V CA) y trifásica (400/230 V CA). Entradas CA duales. Es posible conectar varias unidades en paralelo. Comunicación de red mediante XanBus™, el panel de control del sistema XW monitoriza y configura todos los dispositivos conectados a la red. Capacidad de sobretensión transitoria Eficaz carga de baterías multietapa de alta intensidad, con corrección del factor de potencia.

CARACTERISTICAS DE LOS SOPORTES STR07H-1642-994 COPLANARIOS DE TECHNOSUN

TECHNOSUN

Se trata de un sistema ajustable para soportes de módulos fotovoltaicos, que nos permite configurarlos de manera que podemos conseguir la inclinación que determinamos optima para el sistema. En concreto este modelo de soporte está diseñado en origen para implantar una batería de 7 generadores.

Lugar de instalación	Tejado con inclinaciones suaves
ángulo de inclinación	Hasta 60 grados
Edificio Altura	Hasta 20m
Velocidad máx. del viento	hasta 60 m / s
carga de nieve	Hasta 1.4KN / m ²
material	Aleación de aluminio y acero inoxidable
color	Natural
Anticorrosivo	Anodizado
Duración	Más de 20 años
Elementos	Carriles de aluminio
	Uniones entre carriles
	Sujeciones entre paneles
	Sujeciones para finales de paneles
	Conector toma a tierra entre paneles y cable



9.5 MEDICION Y PRESUPUESTO

IEF010		Ud	Módulo fotovoltaico para cubierta ligeramente inclinada		
Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, para instalación sobre cubierta ligeramente inclinada, modelo QS 500 QLX de Qsolar, potencia máxima (Wp) 500 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 63,1 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,14 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,68 A, tensión en circuito abierto (Voc) 75,70 V, eficiencia 14,9 %.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt35azi011a	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, para instalación en cubierta inclinada ligeramente, modelo QS 500 QLX de Qsolar, potencia máxima (Wp) 500 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 63,1 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,14 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,68 A, tensión en circuito abierto (Voc) 75,70 V, voltaje máximo del sistema 1000V eficiencia 14,9 %, 120 células, dimensión de la celdas de 156x156 mm, dimensiones 2506x1340x20 mm, peso 30 kg, cristal transparente, con caja de conexiones MC4.	1,000	412,40	412,40
mt35azi100a	Ud	Repercusión por Ud de accesorios de montaje con ganchos de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada.	1,000	22,22	22,22
mt35azi110	Ud	Repercusión por Ud de material eléctrico para conexión de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada.	1,000	33,78	33,78
mo008	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,424	18,21	7,72
mo101	h	Ayudante instalador de captadores solares.	0,424	16,95	7,19
	%	Medios auxiliares	2,000	483,31	9,67
	%	Costes indirectos	3,000	492,98	14,79
Coste de mantenimiento decenal: 63,57€ en los primeros 10 años.				Total:	507,77
Cantidad			12 Ud	Total:	6093,24

IEF020		Ud	Regulador de carga		
Regulador de carga de las baterías, modelo XW-MPPT60-150 DE XANTREX, tensión nominal de la batería 48 VCC, tensión máxima del campo FV 140 VCC, tensión máxima de circuito abierto del campo FV 150 VCC, intensidad de cortocircuito del campo máximo de 60 ACC.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt35azi020d	Ud	Regulador de carga de las baterías, modelo XW-MPPT60-150 DE XANTREX, tensión nominal de la batería 48 VCC, tensión máxima del campo FV 140 VCC, tensión máxima de circuito abierto del campo FV 150 VCC, intensidad de cortocircuito del campo máximo de 60 ACC. Tamaño min-max de los cables conductores de 2,5 a 10 mm ² , consumo total durante el funcionamiento 2,5 W, peso 4,8 Kg, con unas dimensiones de 368x146x138 mm. Control del suministro de la potencia máxima disponible del campo FV al banco de baterías, Pantalla de cristal líquido (LCD) de dos líneas y 16 caracteres y cuatro botones para la configuración y supervisión del sistema, Protocolo de comunicación de red compatible con Xanbus™, sensor de temperatura de las baterías.	1,000	567,60	567,60
mo002	h	Oficial 1ª electricista.	0,318	18,21	5,79
mo095	h	Ayudante electricista.	0,318	16,95	5,39
	%	Medios auxiliares	2,000	578,78	11,58
	%	Costes indirectos	3,000	590,36	17,71
Coste de mantenimiento decenal: 467,45€ en los primeros 10 años.				Total:	608,07
Cantidad			2 Ud	Total:	1216,14

IEF010		Baterías estacionarias de plomo-acido de 2V Tzs-16 ecosafe			
Baterías estacionarias de plomo-acido de 2V Tzs-16 ecosafe de la marca Hawker con una capacidad nominal de 2472 Ah en régimen C20, de dimensiones de 399x214x813 mm dispuestos en bancada de estructura de aluminio.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt35azi011a	Ud	Baterías estacionarias de plomo-acido de 2V Tzs-16 ecosafe de la marca Hawker con una capacidad nominal de 2240 Ah en régimen C10, 2472 Ah en C20, 3050 Ah en C120, y 3187 Ah en C240, con un peso de 161 Kg con electrolito y 118,3 Kg sin electrolito, volumen del electrolito de 38,9 L, de dimensiones de 399x214x813 mm, electrolito con disolución de ácido sulfúrico con una densidad nominal de $1,240 \pm 0,010$ (al nivel máximo) a 25°C cuando el elemento está totalmente cargado. dispuestos en bancada de estructura de aluminio, las conexiones totalmente aisladas, con pletina de cobre que permiten la medida de tensión, tapones de seguridad antideflagrantes, tapones con ventilación especiales que permiten el rellenado y la lectura de la densidad sin necesidad de sacarlos, y vaso moldeado a partir de acrilonitrilo estireno transparente (SAN) que permite el control visual del estado de la celda y el nivel de electrolito	1,000	597,16	597,16
mt35azi100a	Ud	Repercusión por Ud de accesorios de montaje en bancada.	1,000	22,22	22,22
mt35azi110	Ud	Repercusión por Ud de material de interconexión de elementos.	1,000	33,78	33,78
mo008	h	Oficial 1ª electricista.	0,424	18,21	7,72
mo101	h	Ayudante electricista.	0,424	16,95	7,19
	%	Medios auxiliares	2,000	469,91	9,40
	%	Costes indirectos	3,000	479,31	14,38
Coste de mantenimiento decenal: 748,64 € en los primeros 10 años.				Total:	691,86
Cantidad			24 Ud	Total:	16604,56

IEF020		Inversor fotovoltaico.			
Inversor monofásico para conexión a red, modelo XW6048-230-50 XANTREX, potencia de salida continua de 6000 W, sobretensión transitoria de 12000 W, intensidad de sobretensión 53 A, forma de onda senoidal verdadera, y eficacia máxima de 95,4 %.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt35azi020d	Ud	Inversor monofásico para conexión a red, modelo XW6048-230-50 XANTREX, potencia de salida continua de 6000 W, sobretensión transitoria de 12000 W, intensidad de sobretensión 53 A, forma de onda senoidal verdadera, y eficacia máxima de 95,4 %. Consumo de modo inactivo de búsqueda <7 W, tensión nominal de entrada CA 230 V, intervalo de tensión de entrada CA 156 a 280 V, intervalo de frecuencia de entrada CA 40 a 68 Hz, tensión de salida CA 230 +/- 3% V, intensidad de transferencia máxima CA 56 A, intensidad de salida continua CA 26,1 A, frecuencia de salida CA 50 +/- 0,1 Hz, con un peso de 57 Kg y dimensiones de 580x410x230 mm. Comunicación mediante red Xanbus™.	1,000	2920,00	2920,00
mo002	h	Oficial 1ª electricista.	0,318	18,21	5,79
mo095	h	Ayudante electricista.	0,318	16,95	5,39
	%	Medios auxiliares	2,000	2931,18	58,62
	%	Costes indirectos	3,000	2989,80	89,69
Coste de mantenimiento decenal: 467,45€ en los primeros 10 años.				Total:	3079,49

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.		
Sistema de energía solar fotovoltaica	Precio partida	
Módulo fotovoltaico para cubierta ligeramente inclinada	6093,24	
Regulador de carga	1216,14	
Baterías estacionarias de plomo-acido de 2V Tzs-12 ecosafe	16604,56	
Inversor fotovoltaico.	3079,49	
	Total P.E.M	26993,43
	I.V.A 21%	5668,62
	TOTAL (€)	32662,05

Este presupuesto será objeto de un estudio económico en apartados futuros, para determinar su viabilidad.

10. INFORME DE LA LIMITACION DE LA DEMANDA ENERGETICA TRAS LAS INTERVENCIONES. LIDER CTE Y CALENER.

Concluidas todas las intervenciones propuestas, es hora de ver cuál es el rendimiento que van a dar, y cuantificar cuanto mejora nuestra vivienda. Por ello volvemos al punto de partida, analizando con el software el comportamiento térmico de la vivienda y rendimiento de las instalaciones.

Han sido introducidas todas las mejoras constructivas y de instalaciones en los programas, de forma que obtendremos nuevos datos que podremos contrastar con los anteriores, siendo ya posible tomar algunas conclusiones.

10.1 LIDER CTE

Comenzamos viendo las características de los nuevos materiales implantados en la vivienda. Se han introducido como tratamos en el apartado de propuesta de intervenciones, un trasdosado con maestras omega, en el que se introdujo un aislante de poliuretano, que actualmente es uno de los mejores aislante que podemos encontrar en el mercado.

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	Z (m ² sPa/kg)
W622 (sistema trasdosado Knauf)	0,250	800,00	1000,00	4
PUR Plancha con HFC	0,025	45,00	1000,00	150

Tabla 61. Características de los nuevos materiales a implantar en los elementos que ha sido mejorados.

Continuamos y vemos la configuración, tras la intervención, de la envolvente del edificio, obteniendo los datos referentes a las transmitancias, que lógicamente se esperan mejoradas, no solo por el aumento de espesor que supone la adición de capas, sino por las características térmicas de los nuevos elementos.

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Fachada General	0,52	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm PUR	0,115
		Proyección con CO2 celda cerrada	0,050
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60]	0,040
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Cubierta	0,44	Teja de hormigón	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		PUR Plancha con HFC	0,015
		W622 (sistema trasdosado Knauf)	0,015
Forjado	0,79	Piedra artificial	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		PUR Plancha con HFC	0,015
		D154 (sistema techo fijo Knauf)	0,015
Forjado sobre porche	0,69	Piedra artificial	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Muro de Carga en fachada	0,70	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,260
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
Muro de Carga Interior	0,70	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,115
		PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0.032	0,020
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería	0,015
		PUR Plancha con HFC	0,015
		W622 (sistema trasdosado Knauf)	0,015
Suelo	0,75	Piedra artificial	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Hormigón convencional d 1600	0,100

Tabla 62. Protecciones de los circuitos del regulador-batería-inversor, y este ultimo al consumo.

Una vez desglosados los datos de cada elemento de la envolvente, vemos una tabla comparativa de las transmitancias antes de la intervención y después, para tener una referencia.

Elemento	U (W/m ² K) Antes	U (W/m ² K) Desp.	Elemento	U (W/m ² K) Antes	U (W/m ² K) Des.
Fachada	0,52	0,52	Forjado sobre porche	0,69	0,69
Cubierta	0,70	0,44	Muro de carga en fachada	0,70	0,70
Forjado	2,44	0,79	Muro de carga interior	1,74	0,70

Tabla 63. Comparativo de las transmitancias conseguidas con las mejoras y las anteriores a esta, en la envolvente.

Como vemos en la tabla anterior, los elementos modificados han mejorado notablemente su transmitancia, siendo ahora el comportamiento frente a las temperaturas más homogéneo, de forma que no hay zonas con variaciones de temperaturas acusadas, mejorándose así el confort térmico del edificio.

Procedemos con el siguiente paso, que consistirá en el análisis de los huecos, conformados por marco y vidrio, que son elementos críticos del edificio en los que a transmitancias se refiere. Como vimos en el apartado de mejoras de las carpinterías se optó por la implantación de triple vidrio con marco de PVC, que tenían muy buenas especificaciones.

Nombre	Hueco 120 mm
Acrilamiento	Triple bajo emisivo
Marco	Marco de PVC
% Hueco que ocupa el marco	25,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	1,00
Factor solar	0,38

Nombre	Hueco 140 mm
Acrilamiento	Triple bajo emisivo
Marco	Marco de PVC
% Hueco que ocupa el marco	20,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	0,98
Factor solar	0,40

Nombre	Puerta 140 mm
Acrilamiento	Triple bajo emisivo
Marco	Marco de PVC
% Hueco que ocupa el marco	18,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	0,97
Factor solar	0,41

Nombre	Puerta ventanal
Acrilamiento	Triple bajo emisivo
Marco	Marco de PVC
% Hueco que ocupa el marco	50,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	1,10
Factor solar	0,26

Tablas 64, 65, 66, 67. Resumen de características de huecos, vidrios y marcos.

En la siguiente tabla vemos de una manera más gráfica la cuantificación de las mejoras implantadas en las carpinterías.

Elemento	U (W/m ² K) Antes	U (W/m ² K) Desp.	Elemento	U (W/m ² K) Antes	U (W/m ² K) Des.
Hueco 120 mm	5,27	1,00	Puerta 140 mm	5,39	0,97
Hueco 140 mm	5,36	0,98	Puerta ventanal	5,70	1,10

Tabla 68. Comparativo de las transmitancias conseguidas con las mejoras y las anteriores a esta, en las carpinterías

Analizando la tabla comparativa de transmitancias de las ventanas, podemos afirmar que han sufrido una mejora del 80% en el peor de los casos. Un resultado óptimo, ya que lleva las transmitancias de las carpinterías a niveles de una fachada o una cubierta, lo que significa que es un muy buen resultado para este elemento constructivo.

Una vez terminada la implantación de todas las mejoras constructivas, vemos que se cumple con todos los mínimos establecidos en la HE 1 Limitación de la demanda energética, que era el objetivo. En la tabla se muestran los nuevos datos de transmitancia en comparación con los mínimos de la HE, que vimos en la tabla 8.

Elemento constructivo	Transmitancia	Transmitancia límite
Puerta ventanal	1,10	2,70
Medianera (muro de carga interior)	0,70	0,82
Forjado (planta baja)	0,79	0,82
Cubierta	0,44	0,45

Tabla 69. Resumen de elementos constructivos afectados por la intervención con la nueva transmitancia frente a los mínimos de la HE1.

Nuestros elementos constructivos ya cumplen con los mínimos establecidos. Para terminar el análisis de los datos arrojados por el programa, veremos si el edificio cumple respecto a la demanda de calefacción o refrigeración que tiene.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	39,2	90,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	51,9	48,1

Tabla 70. Porcentaje de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con respecto al de referencia y proporción entre calefacción y refrigeración tras implantación de mejoras constructivas.

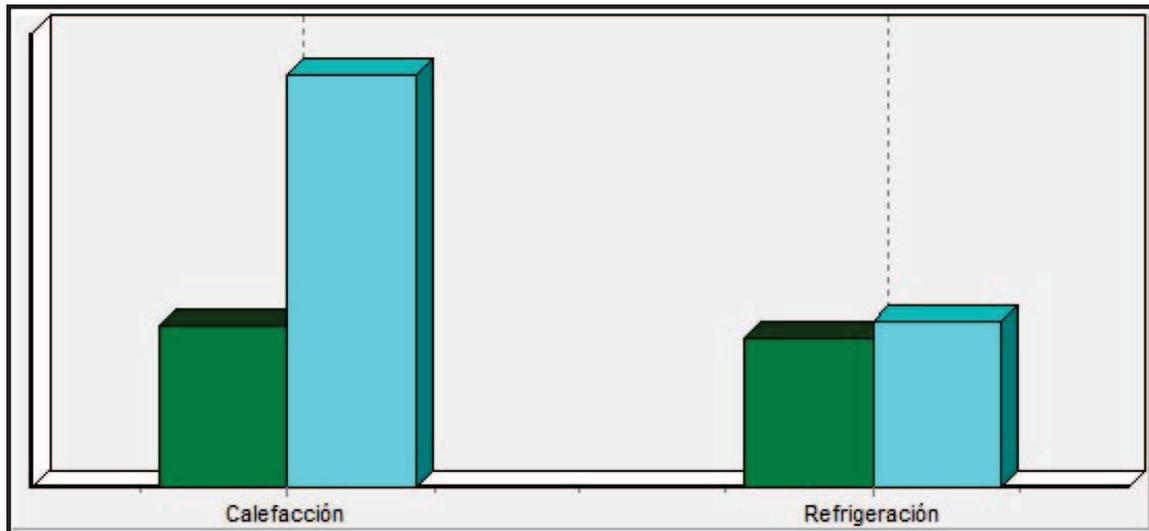


Fig. 15. Comparativo entre demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto y el de referencia (Verde y Azul).

Con los nuevos datos de demanda vemos, que con las intervenciones hemos conseguido reducir notablemente la demanda de calefacción del edificio, mientras que la refrigeración sigue cercana al 100% del de referencia. En la siguiente gráfica hacemos un comparativo de estos datos antes y después de la intervención.

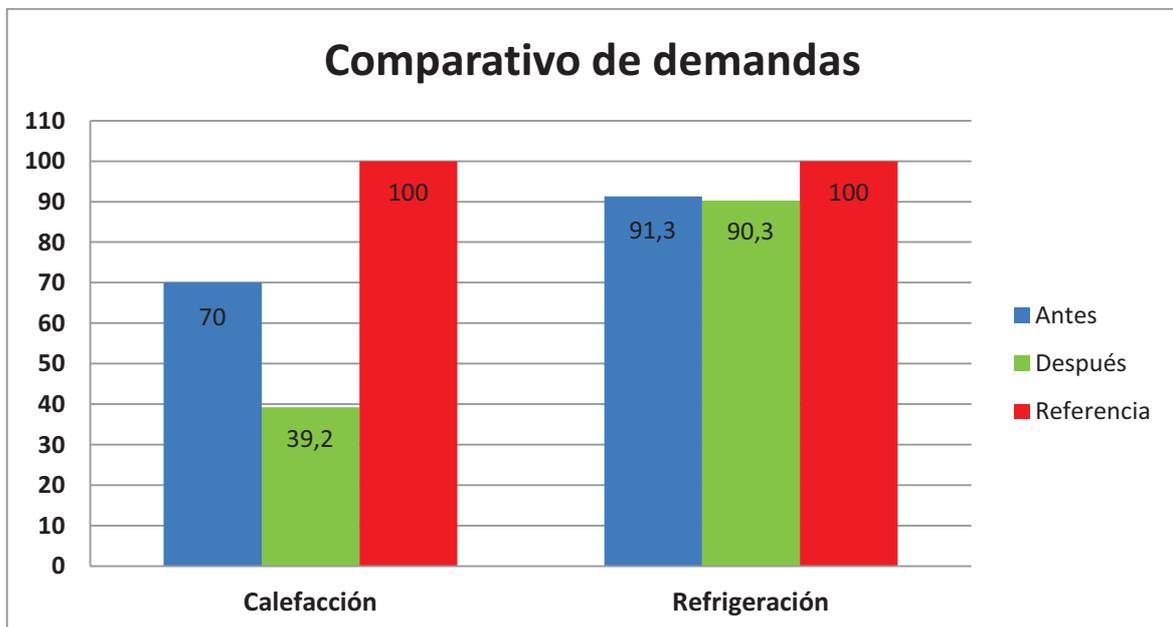


Gráfico 4. Comparativo de las demandas de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, antes de la intervención y después.

Al término del análisis de todos los datos del informe del software, podemos concluir que el edificio ha subsanado las deficiencias en su comportamiento térmico, siendo al término de las intervenciones una vivienda con muy buenas prestaciones de demanda de calefacción y refrigeración.

10.2 CALENER VyP

Pasamos a ver los resultados que nos arroja a continuación el programa de certificación energética Calener VyP, con el que ya estudiamos anteriormente los datos de la vivienda antes de las intervenciones en los elementos constructivos y en las instalaciones. El programa utiliza el modelo creado en Lider CTE, al que se le introducen las instalaciones nuevas. Con esto, el programa nos hace un análisis global de la vivienda, a nivel de demandas térmicas y consumo de las instalaciones. Las instalaciones que se han implantado son las siguientes:

Nombre	Climatización
Tipo	Climatización multizona por conductos
Zona	Ver planos
Tipo de equipo	Expansión directa aire-aire bomba de calor
Caudal de ventilación (m³/h)	0,0
Capacidad total refrigeración nominal (Kw)	6,80
Consumo de refrigeración nominal (Kw)	1,67
Capacidad sensible refrigeración nominal (Kw)	2,42
Capacidad de calefacción nominal (Kw)	8,6
Consumo de calefacción nominal (Kw)	1,86
Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)	2253
Dif. temperatura del termostato (°C)	1,00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	ACS Solar
Tipo	Agua caliente sanitaria
Zona	Puntos de consumo de ACS
Tipo de equipo	Caldera de combustible fósil
Capacidad nominal (Kw)	24,00
Rendimiento nominal	0,90
Nombre equipo acumulador	No procede
Porcentaje abastecimiento con energía solar %	82
Temperatura de impulsión (°C)	60
Tipo energía	Gas Natural
Volumen de acumulación	300 L
Consumo de ACS	210 L/día

Tablas 71 y 72. Fichas informativas de las características básicas de las instalaciones implantadas en el edificio.

Una vez recopilada la información referente a las instalaciones de nueva implantación de la vivienda, el programa hará una simulación anual del funcionamiento de las instalaciones, para ponderar las emisiones de CO₂ y demandas energéticas.

En base a las emisiones y demandas se adjudica un grado de certificación energética de edificios, cuyo indicador son los kilogramos de monóxido de carbono emitidos por metro cuadrado de la vivienda, en función de este indicador el edificio tendrá asignada una letra, que indica la calidad de la vivienda con respecto a las sostenibilidad.

A continuación se muestra el gráfico con el grado de certificación energética de nuestra vivienda, con una comparativa con un edificio referencia.



Fig. 16. Grafismo del grado de certificación energética de la vivienda objeto del estudio, tras implantación de mejoras.

Observamos como en la etiqueta de certificación, nuestra vivienda ha mejorado, quedando muy por encima del edificio de referencia, cuando antes de la intervención estábamos en certificación “E” con un indicador de 29,1.

Ahora obtenemos una certificación B con un índice de 10, muy próximo a la certificación A, que teníamos como objetivo, aunque en esta certificación no se ha tenido en cuenta la implantación de la energía solar fotovoltaica, que hace que el consumo en refrigeración o calefacción no sea tal, ya que esa demanda es atendida mediante energía producida por la propia vivienda.

Con esta premisa, el edificio tendría una certificación de A, ya que contaría con una instalación de climatización que no consumiría nada anualmente, y sin embargo atendería las demandas de la vivienda sin emitir ningún tipo de gases de efecto invernadero.

Las tablas que se muestran a continuación nos arrojan datos de demandas y de emisiones que se producen al atender dichas demandas, con un comparativo de la situación antes y después de la intervención.

Antes	Edificio objeto			Edificio referencia		
Después	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda de calefacción	D	30,2	5726,4	E	43,2	8191,4
	C	19,1	3625,4			
Demanda de refrigeración	B	21,2	4019,8	C	23,3	4418,0
	B	17,7	3359,5			

Tabla 73.Comparativa del edificio objeto/referencia de la calificación energética de la demanda de calefacción y refrigeración, antes y después de la intervención.

Antes	Edificio objeto			Edificio referencia		
Después	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ Calefa.	E	16,2	3071,8	E	13,8	2616,7
	B	3,4	644,7			
Emisiones CO ₂ Refrig.	D	8,8	1668,6	D	8,9	1687,6
	C	6,1	1156,7			
Emisiones CO ₂ ACS	E	4,1	777,4	D	1,9	360,3
	A	0,5	94,8			
Emisiones CO ₂ Totales	-	29,1	5517,8	-	24,6	4671,3
	B	10,0	1896,2			

Tabla 74.Comparativa del edificio objeto/referencia de la calificación energética de las emisiones de CO₂, antes y después de la intervención.

Tras el examen de la comparativa, advertimos una mejora en todos los aspectos, esta mejora será objeto de estudio en apartados siguientes, para certificar que dicha optimización resulta rentable, ya que para conseguir estos resultados se ha hecho una inversión, que será amortizable o no en función del ahorro que se logre.

La próxima tabla, nos aporta información muy útil de los kWh consumidos por cada instalación, que nos ayudará a deducir datos económicos. Además constatamos que hemos logrado reducir en más del 60% el consumo de la vivienda.

	Edificio objeto			Edificio referencia		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	13,2	2507,3	E	68,3	12954,1
Consumo energía primaria refriger.	C	24,3	4602,4	C	30,6	5800,9
Consumo energía primaria ACS	A	2,7	512,8	D	8,0	1516,6
Consumo energía primaria totales	B	40,2	7622,5	D	106,9	20268,5

Tabla 75. Desglose de consumos de energía primaria.

Podemos afirmar, que el edificio obtiene una certificación energética de “A” con la implantación de las mejoras constructivas, y en instalaciones. Aunque el programa no recoge la solución adoptada sobre el consumo eléctrico, cabe decir que esta instalación tiene repercusión directa sobre la certificación, ya que las emisiones que se le suponen a la instalación de climatización no son tales, debido a que el suministro de estas se realiza mediante el sistema de energía eléctrica fotovoltaica, la cual tiene “0 kgCO²/año” emisiones al medio ambiente, y además se obtiene de la autoproducción.

Para demostrar dicha afirmación se ha realizado una simulación de la vivienda rehabilitada, en la que se han supuesto unos consumos de los aparatos de climatización de “0”, esto no es real, ya que si existe un consumo, pero ese consumo para el programa tiene emisiones, en nuestro caso el consumo de la climatización no las produce, por ello podemos suprimir los consumos de la simulación y tomar como válidos los datos sobre las emisiones.

	Edificio objeto			Edificio referencia		
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ Calefacción	A	1,2	227,5	E	13,8	2616,7
Emisiones CO ₂ Refrigeración	A	1,8	341,3	D	8,9	1687,6
Emisiones CO ₂ ACS	A	0,5	94,8	D	1,9	360,3
Emisiones CO ₂ Totales	A	3,5	663,7	-	24,6	4671,3

Tabla 76. Comparativa del edificio objeto/referencia de la calificación energética de las emisiones de CO₂, tomando introducción el rendimiento de la instalación fotovoltaica.

Como conclusión tenemos que nuestro edificio tendrá una certificación de “A” con un indicador de 3,5, lo que supone una consecución del objetivo marcado al comienzo de este proyecto.

11. ESTUDIO ECONÓMICO

Terminada la implantación de todos los elementos de mejora, y el análisis mediante los programas informáticos, para determinar y cuantificar cual ha sido el beneficio, en cuanto a comportamiento se refiere, pasamos a estudiar si dicho beneficio es real, ya que este tendrá un coste, y habrá que hacer balance entre los beneficios que obtenemos y el costo.

Para ello, se ha realizado el presupuesto de cada una de las intervenciones hechas en la vivienda. Con estos datos de coste y los datos de energía ahorrada con su implantación, podemos establecer en cuanto tiempo pueden ser amortizadas, o si son viables o no.

11.1 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LA AMORTIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

En este apartado vamos a analizar los datos de coste de las instalaciones, con los datos del ahorro que estas suponen obtenidas de los programas de simulación, concluyendo su viabilidad o posible cambio.

- Implantación de mejoras en la envolvente del edificio.
- Energía solar térmica para ACS.
- Instalación de climatización.
- Instalación solar de energía fotovoltaica.

- **Implantación de mejoras en la envolvente del edificio.**

La optimización que se realizó en la envolvente del edificio mejoró notablemente el comportamiento térmico de este. Es hora de analizar si esta mejora es suficiente para que el coste de los elementos implantados no permita su amortización. Por ello, comenzamos por el estudio de los datos arrojados por la simulación, en concreto los datos indicadores de la demanda, tanto de calefacción como de refrigeración, ya que con la mejora de la envolvente es sobre este dato sobre el que estamos incidiendo.

La amortización de este tipo de intervenciones se consigue a largo plazo, ya que aunque generan un ahorro, se instalan principalmente para conseguir un confort térmico. Lo ideal sería una consecución de las dos. En la tabla que se muestra a continuación vemos los datos en kWh de energía primaria de las demandas de calefacción y refrigeración, antes y después de la intervención. Estos datos nos harán posible el cálculo de la energía que hemos conseguido ahorrar con la mejora.

Antes	Demandas térmicas del edificio (energías primarias)		
Después	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda de Calefacción	D	30,2	5726,4
	C	19,1	3625,4
Demanda de refrigeración	B	21,2	4019,8
	B	17,7	3359,5

Tabla 77. Demandas de energía de calefacción y refrigeración de la vivienda, antes y después de la intervención

Los resultados obtenidos son buenos, ya que hemos conseguido que la demanda haya disminuido notablemente, una disminución que se traduce en ahorro, gastando 2761,13 kWh menos al año de energía primaria. Se denomina energía primaria, a aquella que no ha sufrido ninguna transformación, por ello debemos aplicar un coeficiente de corrección, para que el dato sea válido para nuestro estudio.

1 kWh de energía eléctrica = 2,461 kWh de energía primaria

En este paso de transformación de energía primaria a energía eléctrica se producen 0,649 kgCO², siendo uno de los procesos de conversión más contaminantes e ineficientes, ya que el ratio entre primaria/electricidad es de los más altos.

Demanda de calefacción + Demanda de refrigeración = 2326,86 + 1633,40 = 3960,26 kWh / año

Demanda de calefacción + Demanda de refrigeración = 1473,14 + 1365,10 = 2838,23 kWh / año

Antes – Después = 3960,26 – 2838,23 = 1122,03 kWh / año ahorrados – Lo que supone un ahorro de 28%

Tabla 78. Deducción del ahorro generado en kWh tras la implantación de mejoras.

Tras convertir la energía vemos como resultan 1122,03 kWh de energía eléctrica, lo que supone un 28% menos de demanda. El siguiente paso, será conocer cuál es el precio que paga en España por cada kWh de electricidad.

España es una de los países de Europa con el precio de la energía más elevados, ya que ha sufrido un incremento casi exponencial, debido a la adición de impuestos y subidas del kWh. El precio que tomaremos para el cálculo, será el coste de tarifa regulada, es decir, no el importe de

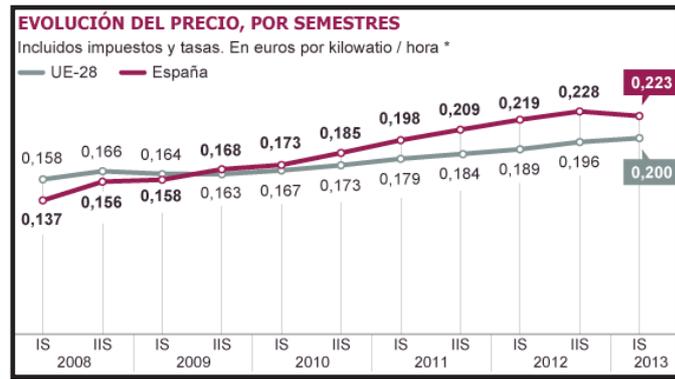


Fig. 17. Evolución del precio de kWh tras impuestos. Fuente *El país*.

kilovatios a la hora únicamente, sino una vez añadido impuestos, mantenimientos, etc.... Por tanto, el precio que tomaremos como referencia será de 0,223 €/kWh, precio estimado en el mes de febrero del 2014.

El importe de la factura eléctrica se ha ido incrementando en los últimos años hasta los niveles de hoy en día, donde parece que comienzan a estabilizarse, pero las previsiones a corto y largo plazo indican que el precio continuará subiendo, por lo que esta estabilización, simplemente significa que no subirá con la fuerza que lo hizo años atrás. El continuado incremento del precio de la energía, se debe a que estamos en proceso de cambio, se está haciendo una fuerte inversión en la producción de energía de forma sostenible, cambiando esta por los recursos fósiles, por lo que la previsión de subidas podría prolongarse más allá de 2020. A continuación veremos cuál fue el coste de la implantación de los nuevos elementos.

Trasdosados con aislamientos térmicos	
TOTAL (€) Imp. Incluidos	4246,05
Carpintería triple vidrio con marco de PVC	
TOTAL (€) Imp. Incluidos	11358,95
TOTAL (€)	15605,00

Sabiendo el importe de la intervención, el coste de la energía y la cantidad de esta que hemos conseguido ahorrar, podemos deducir datos de amortización, ahorro y viabilidad.

Mejora de la envolvente		
Ahorro Energía	Precio Energía	Coste Intervención
1122,03 kWh/año	0,223 €/kWh	15605,00 €
Ahorro (€/año) = Ahorro Energía x Precio Energía = 1122,03 kWh/año x 0,223 €/kWh = 250,21 €/año		
Amortización (años) = Coste Intervención / Ahorro (€/año) = 15605,00 € / 250,21 €/año = 62,36 años		
Amortización	Vida útil	En la implantación de estos elementos, tanto de las carpinterías, como de los trasdosados, no se realizan con el objetivo de ser amortizados, sino que se pretende generar un confort térmico y comodidad al usuario. Aun siendo esto así, sería posible su amortización, puesto que los materiales usados son de una vida útil muy prolongada, materiales como el PVC en las carpinterías o el Poliuretano en los trasdosados pueden tener una vida útil de hasta 100 años.
≈ 60 años	>75 años	
Ahorro (€/año)		
250,21 €/año		

Tabla 79. Estudio económico de la mejora de la envolvente.

Como conclusión del análisis económico de esta actuación, obtenemos unos datos satisfactorios, ya que la amortización queda por debajo de la vida útil del conjunto de elementos instalados. En esta intervención, se optó por mejorar los elementos que así lo precisaban por incumplimiento de la normativa. Pero si actuásemos sobre todos los elementos de la envolvente conseguiríamos mejores datos, ya que el grueso del presupuesto lo abarcan las carpinterías, las cuales fueron sustituidas todas, de esta forma si termináramos de aislar el resto de componentes de la envolvente, el costo no aumentaría significativamente, pero si lo haría el ahorro, ya que se trata de una mejora mas económica.

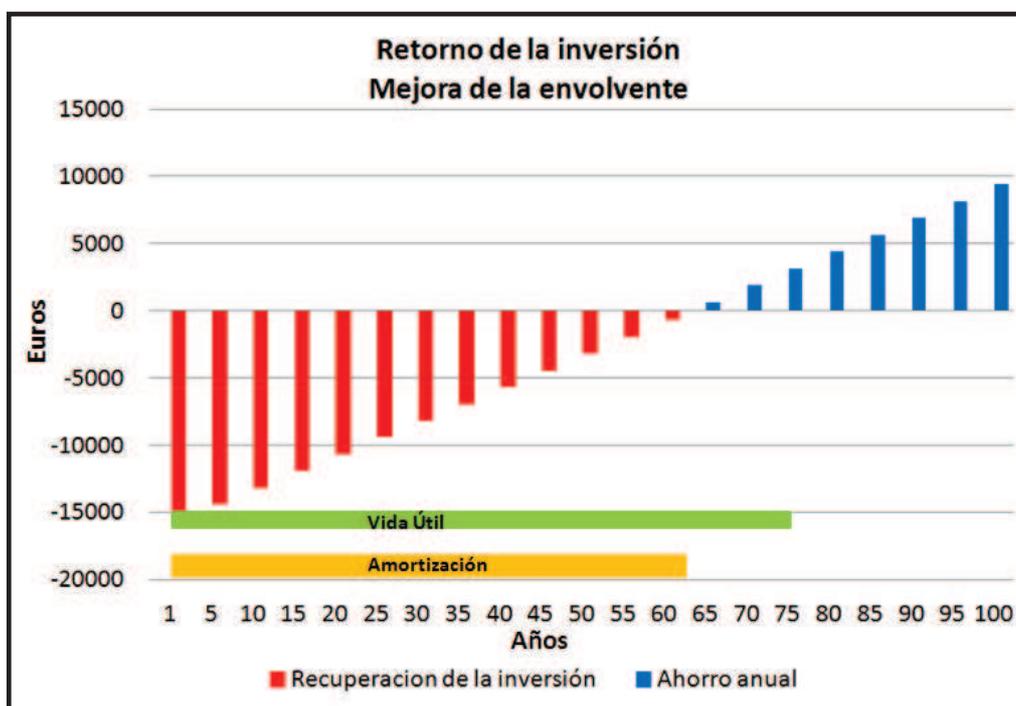


Gráfico 5. Recuperación de la inversión en base al ahorro anual de la intervención de la envolvente del edificio.

- **Energía solar térmica para ACS.**

Tratamos ahora la instalación solar térmica para la obtención de agua caliente sanitaria, una instalación económica, que se ha optimizado de forma que sin suponer un coste elevado, si pueda revertirnos un ahorro significativo.

Los datos necesarios para realizar el estudio económico de la instalación, los obtendremos del precio actual del gas butano, el coste de la instalación y el ahorro que hemos conseguido del consumo con respecto a la instalación anterior.

Comenzamos por determinar cuál ha sido la cantidad de energía que hemos conseguido ahorrar con la implantación de la instalación, será sencillo puesto que en el dimensionado de la instalación ya deducimos cual era la demanda actual, y el total de energía producida. Por tanto, podemos determinar que dicha cantidad conseguida a través del nuevo sistema implantado, será el total de la energía ahorrada. Veamos entonces lo que gastará la vivienda en la producción de agua caliente sanitaria.

Gasto de gas butano=Demanda de energía–Producción de energía solar=4244 kWh–3656 kWh=588 kWh/año
El ahorro de 3656 kWh, supone un 86 % de ahorro.

Tabla 80. Determinación del ahorro energético en función de la demanda y la producción.

Conocido este dato pasamos a recopilar cual ha sido el coste de la instalación. Solo será necesario recoger la información de la medición y presupuesto del apartado de memoria de climatización.

Caldera a gas, doméstica, convencional, mural, para A.C.S.	Total:	533,20
Captador solar térmico para instalación individual	Total:	4020,08
	Total PEM	4553,28
	IVA 21 %	956,19
	TOTAL	5509,47

Una vez obtenida esta información, pasamos a determinar el precio del gas butano por cada kWh, para ello vamos a utilizar la tabla que se presenta a continuación, para desglosar las operaciones que se ha llevado a cabo. Como sabemos, las bombonas se suministran con el gas en estado líquido, y su contenido se mide en Kg. Se calcula, sabiendo el ratio entre energía aportada y peso, la cantidad de energía que es capaz de aportar una bombona de butano.

Bombona de gas butano	Contenido (Kg)	12,50
	Ratio (kWh/Kg)	12,70
	Contenido x Ratio	158,75
	Coste (€)	17,50
	kWh contenidos	158,75
	Coste (€) / kWh	0,1102

Tabla 81. Calculo del precio de los kWh contenidos en una bombona de butano.

El precio del gas butano se ha mantenido estable durante los últimos años, pero ha sufrido una fuerte subida en este último, debido a que al igual que en el suministro eléctrico, en España existe un déficit de tarifa, que hace que las previsiones del precio de la bombona sean al alza. Actualmente el precio se encuentra congelado, ya que no puede subir más en el periodo de un año por una decisión política, pero esto no significa que, tras el transcurso de este periodo la bombona sufra de nuevo una fuerte subida.

Otro factor fundamental que hace que el precio de la bombona vaya en aumento, no es otro que su carácter finito, esto quiere decir que se trata de un recurso fósil, y que por tanto, sus reservas antes o después se agotarán. En este proceso de agotamiento de las reservas, el precio irá creciendo de forma que finalmente sea inaccesible e inviable su consumo.

Una vez analizados los factores que marcaran la viabilidad y amortización de la instalación solar térmica, procedemos con el cálculo de estas últimas, a través de la tabla que se ilustra a continuación.

Energía solar térmica para ACS			
Ahorro Energía	Precio Energía	Coste Intervención	Mantenimiento
3656 kWh/año	0,1102 €/kWh	5509,57 €	64,79 €/año
Ahorro (€/año) = Ahorro Energía x Precio Energía = 3656 kWh/año x 0,1102 €/kWh = 402,89 €/año			
Ahorro (€/año) – Mantenimiento (€/año) = 402,89 €/año – 64,79 €/año = 338,10 €/año			
Amortización (años) = Coste Intervención / Ahorro (€/año) = 5509,57 € / 338,10 €/año = 16,30 años			
Amortización	Vida útil	En el cálculo de esta instalación se deben tener en cuenta los costes de mantenimiento, en este caso, solo se ha tenido en cuenta los costes de la instalación solar, ya que la caldera era un gasto de mantenimiento que ya computábamos. El resultado es satisfactorio, pues sobre la mitad de la vida útil de la instalación hemos conseguido amortizar el sistema por completo. No debemos olvidar que el precio del gas butano se verá aumentado con el tiempo, mientras que nuestro sistema requiere una inversión fija.	
≈ 16 años	≈ 30 años		
Ahorro (€/año)			
338,10 €/año			

Tabla 82. Estudio económico de la energía solar térmica para ACS.

Al término del estudio podemos concluir que es viable la implantación de este sistema, ya que la amortización se produce sobre la mitad de la estimación de la vida útil, sin tener en cuenta las subidas que sufrirá el precio del gas butano.

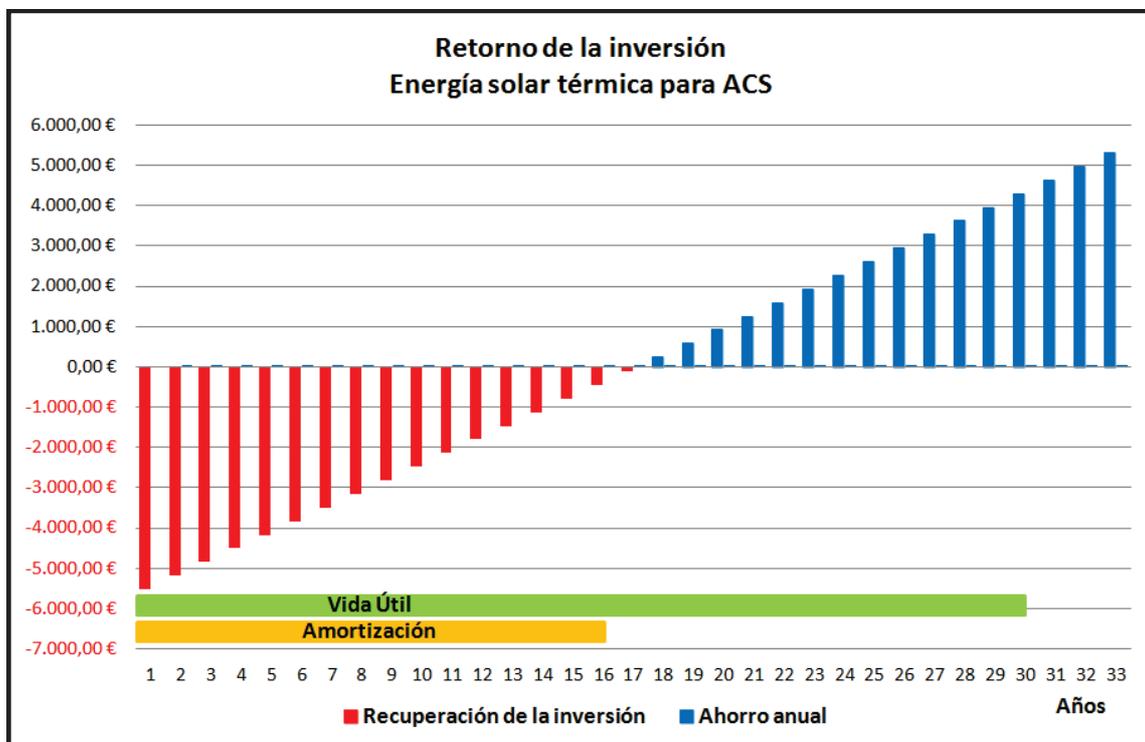


Gráfico 6. Recuperación de la inversión en base al ahorro anual de la intervención en la producción de ACS.

- **Instalación de climatización.**

La climatización en las viviendas supone un porcentaje elevado del global del consumo de esta, por lo que un mal dimensionado o una deficiencia de potencia pueden hacer que este lo sea aun más, y que por tanto la factura se dispare. La vivienda que se trata, es un claro ejemplo de deficiencia en el aporte de energía calorífica, ya que sus instalaciones son totalmente insuficientes e ineficientes.

Al igual que ocurre con la mejora de la envolvente, esta es una intervención cuyo objetivo principal es la obtención de un confort térmico óptimo, del que la vivienda carece. Obviamente también se ha tratado de ajustar su eficiencia a través del dimensionado, para conseguir un mayor ahorro, y lograr así su amortización en un periodo razonable de tiempo.

Para estimar los consumos de kilovatios a la hora anuales de los equipos antiguos y los nuevos, hemos recopilados los datos referentes a los consumos nominales de estos y hemos aproximado el tiempo de utilización diaria, con lo que simplemente hay que hacer el producto por el número de días del periodo que se quiera calcular.

Estimación de consumo sistema antiguo					
Elemento	Fuente de energía	Consumo nominal	Ciclo diario	Días	Consumo kWh/año
Radiador salón	Electricidad (Joule)	2 kW	6	182	1456
Radiador office	Electricidad (Joule)	2 kW	1	182	364
Radiador sótano	Electricidad (Joule)	2 kW	2	182	728
AA salón	Electricidad	2 kW	6	183	2196
Ventiladores (2)	Electricidad	2 kW	4	183	73
FRIO	CALOR	TOTAL			4817
Estimación de consumo sistema nuevo					
Elemento	Fuente de energía	Consumo nominal	Ciclo diario	Días	Consumo kWh/año
Climatización	Electricidad	1,86 kW	4	182	1354,08
		1,67 kW	4	183	1222,44
TOTAL					2576,52

Tabla 83. Estimación de consumos en climatización antes y después de la intervención.

Siendo estos los consumos de los sistemas anterior y posterior a la intervención, podemos determinar la cuantía del ahorro energético que hemos logrado con esta. Vemos como además de ahorrar más de un 45% de energía, la vivienda cuenta con un sistema de climatización que corresponde a las demandas térmicas de esta. Conseguimos así, optimizar la energía consumida en nuestra vivienda, ya que con menos se logra un confort térmico superior al que estaba implantado.

Ahorro eléctrico(kWh/año) = Consumo antes–Consumo después = 4817 kWh–2576,22 kWh = 2240,78 kWh/año
El ahorro de 2240,78 kWh, supone un 46,50 % de ahorro.

Tabla 84. Determinación del ahorro energético en función de los consumos de los sistemas implantados.

Una vez establecido el ahorro logrado, pasamos a determinar el precio de la electricidad, fuente de alimentación de la instalación. Como ya determinamos en el primer estudio económico, sobre la envolvente, el precio de kWh de energía eléctrica es de 0,223 €/kWh, con lo que ya solo nos queda extraer de la memoria de la instalación, el presupuesto.

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.	
Sistema de climatización	
Total P.E.M	6946,55
I.V.A 21%	1458,78
TOTAL (€)	8405,33

Recopilados todos los datos necesarios para elaborar nuestro informe, procedemos con él. Se ha tenido en cuenta el coste de mantenimiento que requiere la instalación, este mantenimiento solo corresponde a los aparatos, ya que el mantenimiento de falso techo, conductos, rejillas, y difusores se han considerado despreciables.

Sistema de climatización			
Ahorro Energía	Precio Energía	Coste Intervención	Mantenimiento
2240,78 kWh/año	0,223 €/kWh	8405,33 €	83,28 €/año
Ahorro (€/año) = Ahorro Energía x Precio Energía = 2240,78 kWh/año x 0,223 €/kWh = 499,69 €/año			
Ahorro (€/año) – Mantenimiento (€/año) = 499,69 €/año – 83,28 €/año = 416,41 €/año			
Amortización (años) = Coste Intervención / Ahorro (€/año) = 8405,33 € / 416,41 €/año = 20,18 años			
Amortización	Vida útil	En esta instalación vemos que tan solo conseguimos una simple recuperación de la inversión, ya que el periodo de amortización está igualado con el de la vida útil de la instalación. Como ya adelantamos se trata de una instalación de la que no se espera obtener un “beneficio” frente a la instalación anterior, sino que el objetivo principal es la mejora del confort térmico del edificio. Las instalaciones de climatización son en sí mismas, unas instalaciones de consumo, por tanto se considera como óptimo la simple recuperación de la inversión.	
≈ 20 años	≈ 20 años		
Ahorro (€/año)			
416,41 €/año			

Tabla 85. Estudio económico del sistema de climatización.

La instalación del sistema de climatización está más que justificada, ya que aunque la estimación de vida útil queda pareja con la amortización, debemos tener en cuenta los beneficios en el día a día que hemos logrado, beneficios como el confort térmico y la comodidad de uso, siendo este sistema mucho más práctico y eficiente. La vida útil de esta instalación, se considera de 20 años, aunque algunos de sus componentes pueden durar hasta 50 años sin problemas, como son el falso techo, o los conductos, lo que quiere decir que tras agotar la vida útil de los aparatos, al sustituirlos y existir ya la base de la instalación, ese nuevo aparato será amortizable, ya que no necesitamos invertir de nuevo en el resto de elementos.

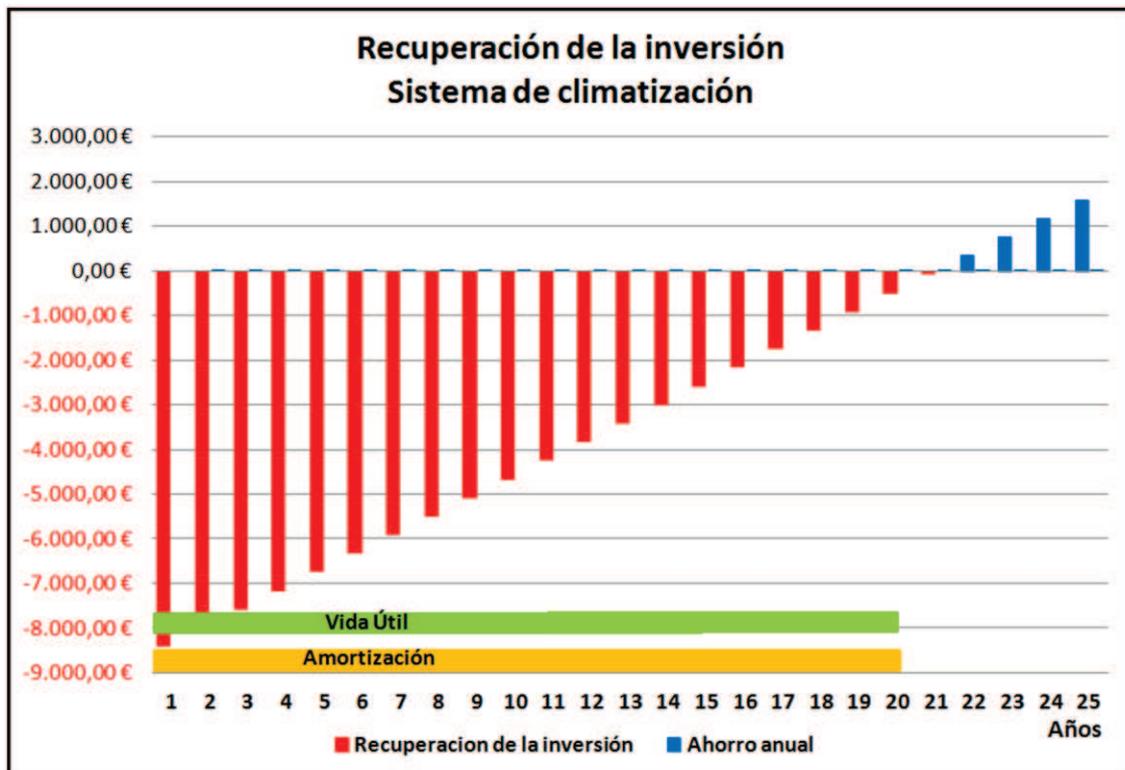


Gráfico 7. Recuperación de la inversión en base al ahorro anual de la intervención en el sistema de climatización.

Como apuntamos con anterioridad, también debemos tener en cuenta que el precio de la energía eléctrica puede estar sujeta a subidas de precio, ya que sus formas de obtención en ocasiones son los recursos fósiles, o bien existe, como es el caso de España, un déficit de tarifa, que se traducen en expectativas de subidas futuras, frente a la inversión fija que realizamos en esta intervención.

- **Instalación solar de energía fotovoltaica.**

Se trata de un sistema que si conseguimos implantar con éxito, puede revertir muchos beneficios, ya que lo que se consigue con ello, es la reducción a “0” de la factura del suministro eléctrico, estando todo este abastecido por nuestro sistema.

Para el estudio de la instalación de energía solar fotovoltaica, procederemos como en el resto de instalaciones. En primer lugar, determinaremos cual es nuestro ahorro de energía, le seguirá el coste de la instalación y por último el dato sobre el precio de la energía que estamos ahorrando, para posteriormente analizar su viabilidad y amortización.

El consumo de energía actual de la vivienda se obtendrá de la fuente más fiable a la que podemos acogernos, que serán las facturas del último año de la vivienda. Este consumo es de 8030 kWh anuales, cifra que se verá disminuida por la implantación de mejoras de la envolvente, y la de climatización. Pero para el estudio nos apoyaremos en el dato del consumo anterior a las reformas, ya que sería lo que realmente se está dejando de gastar.

El ahorro conseguido por esta instalación es de 8030 kWh de energía eléctrica.

El sistema cubre por completo la demanda de suministro eléctrico, para el mes más desfavorable, esto significa que en los meses de mayor irradiación, obtendremos una sobre producción, que podríamos aprovechar para vender a la compañía eléctrica, aunque como veremos más adelante esto no resultará rentable.

Pasamos entonces a determinar cuál es el precio de este consumo. Se tendrá en cuenta el dato deducido anteriormente del precio final de la electricidad, que será de 0,223 kWh. Haciendo un recordatorio de lo ya expuesto con anterioridad, debemos tener presente que la energía eléctrica está sufriendo un proceso de encarecimiento, y esto se debe al déficit de tarifa que existe en nuestro país, esto quiere decir, que la energía anteriormente se suministro más barata de lo que costaba producirla, y ahora por tanto, se ha aumentado ese coste de la tarifa de forma compensatoria, para que las compañías eléctricas subsanen esta situación.

Pero no solo el déficit de tarifa afecta al precio de la luz, también encontramos otros factores. Las empresas suministradoras están adoptando un cambio en la forma de obtención de la energía, impulsado por la UE con el paquete de Energía y Clima 20-20-20, que no es otra cosa que en el año 2020 el 20% de la energía consumida sea limpia, puesto que la mayor parte de la que se obtiene actualmente lo hace a través de la utilización de recursos fósiles. Este cambio en la forma de obtención, requiere una renovación de infraestructuras importante, que ligado a que por el momento la producción de energía se realiza a través de recursos fósiles, que tienden a encarecerse por ser una fuente de energía agotable, pueden hacer que en los próximos años la factura de la energía eléctrica suba con fuerza, como ya lo hizo en el periodo de 2005 hasta la actualidad.

La previsión sobre el precio de la factura eléctrica por tanto es al alza por los diversos motivos que hemos analizado, y según estos podríamos ver como se alargan estas subidas más allá del 2020. Analizado el coste del suministro eléctrico, pasamos a ver el presupuesto de la instalación solar fotovoltaica aislada.

Presupuesto de ejecución material después de impuestos.		
Sistema de energía solar fotovoltaica	Precio partida	
Módulo fotovoltaico para cubierta ligeramente inclinada	6093,24	
Regulador de carga	1216,14	
Baterías estacionarias de plomo-acido de 2V Tzs-12 ecosafe	16604,56	
Inversor fotovoltaico.	3079,49	
	Total P.E.M	26993,43
	I.V.A 21%	5668,62
	TOTAL (€)	32662,05

Observamos en el presupuesto como el coste de las baterías representa el 50% del coste de la instalación. Como determinamos en la memoria, estas nos proporcionan el suministro energético en la consecución de días en los que la irradiación es insuficiente, por tanto, al ser una instalación aislada, se tornan de vital importancia, tanto en el coste que suponen como en la función que desempeñan.

Continuamos el estudio, con la tabla de análisis económico, en el que veremos si resulta viable una instalación de este tipo para viviendas de uso habitual.

Sistema fotovoltaico			
Ahorro Energía	Precio Energía	Coste Intervención	Mantenimiento
8030 kWh/año	0,223 €/kWh	32662,05 €	174,71 €/año
Ahorro (€/año) = Ahorro Energía x Precio Energía = 8030 kWh/año x 0,223 €/kWh = 1790,69 €/año			
Ahorro (€/año) – Mantenimiento (€/año) = 1790,69 €/año – 174,71 €/año = 1615,98 €/año			
Amortización (años) = Coste Intervención / Ahorro (€/año) = 32662,05 € / 1615,98 €/año = 20,21 años			
Amortización	Vida útil	La implantación de este sistema es viable, aunque de ella se esperaba un ahorro mucho mayor, pero debido al alto coste de la instalación, aunque el ahorro es importante, no llega a producirse una gran amortización, restando solo 5 años de vida útil tras su amortización. A pesar de todo, es un buen resultado, teniendo en cuenta que la factura de la energía eléctrica cada vez es mayor.	
≈ 20 años	≈ 25 años		
Ahorro (€/año)			
1615,98 €/año			

Tabla 86. Estudio económico del sistema de energía solar fotovoltaica aislada.

La instalación resulta viable, el ahorro conseguido nos permite llegar a un periodo de amortización bueno. El sistema podría haberse implantado con un esquema totalmente diferente, pero el marco legislativo actual hace que la alternativa sea el autoconsumo aislado, y no el sistema conectado a red que venía instaurándose para los usos domésticos.

La implantación de un sistema de energía solar fotovoltaica aislado viene provocado por el denominado “peaje de generación”, consistente en la facturación de un importe en concepto de cesión de energía a la red, y es que a diferencia de cómo se hacía antes, el productor de energía fotovoltaica tiene que pagar por cada kWh de excedente cedido a red, lo que hace que el sistema sea difícilmente amortizable, ya que el ahorro que supone la energía solar, se ve anulado por dicho peaje.

También deben pagar, aquellos que no cedan energía a la red, es decir, simplemente consumen de la Red Pública cuando su sistema no puede atender la demanda. El decreto establece que, deben abonar un pago por el servicio que supone, el tener una instalación disponible para el suministro en cualquier momento, es el denominado “peaje de respaldo”.

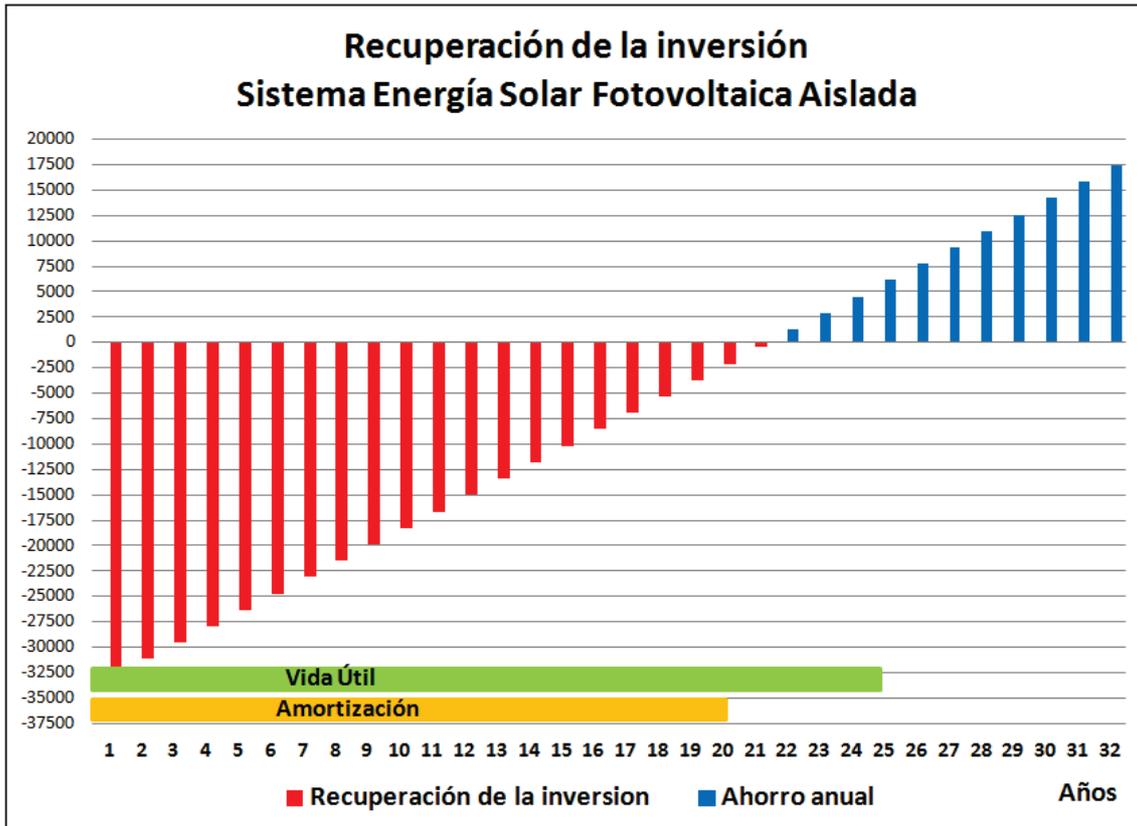


Gráfico 8. Recuperación de la inversión en base al ahorro anual de la instalación solar fotovoltaica aislada.

Otra de las disposiciones fundamentales del decreto, es la imposibilidad de obtener energía de cogeneración, de dos fuentes distintas, es decir, no se puede obtener energía a través de dos métodos distintos, como son solar térmica, fotovoltaica, biomasa, geotérmica, etc. Por ello, se hace más necesaria aún la instalación aislada fotovoltaica, ya que para nuestra vivienda ya computaría la energía solar térmica para la generación de agua caliente sanitaria.

Con este Real Decreto 1699/2011, lo que se consigue finalmente es que el usuario que se decida por la implantación de un sistema de estas características, verá como el ahorro que podría lograr con su instalación se vea recortado en un 40% aproximadamente, y la amortización se dispare a casi el doble.

Como consecuencia de este Real Decreto, se implanta la instalación de manera aislada. Este tipo de instalación puede resultar óptima en lugares donde llevar el suministro eléctrico puede resultar muy costoso, pero al no encontrarnos en esta situación, la amortización no es óptima, aunque si resulta ser viable, consiguiéndose un ahorro considerable.



Una alternativa sería la implantación de un subsistema de alimentación, no dependiente de la irradiación solar, que diera suministro a la vivienda en caso de no ser atendida por la instalación fotovoltaica, permitiéndonos prescindir de parte de la acumulación en baterías de la energía, ya que este es el factor determinante, por su elevado precio y su relativamente corta vida útil.

Debemos tener en cuenta que siendo el presupuesto de 32662,05 €, las baterías suponen un 50% del coste total, con lo que la reducción del número de estas incrementaría de forma notable la capacidad de amortización del sistema, pero esto ya sería objeto de otro estudio. Esta decisión política hará que surjan nuevas variantes de ahorro, para adaptarse al nuevo marco legislativo.

12. SONDEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN MAIRENA DEL ALJARAFE

Uno de los objetivos de este proyecto es hacer compatibles las intervenciones en otras viviendas, y para ello se han diseñado paso por paso las intervenciones teniendo en cuenta las pequeñas variables que podemos encontrarnos en una misma tipología de vivienda, en este caso unifamiliar, de manera que esas intervenciones con una toma de datos básica nos pueda servir para comprobar si una vivienda es susceptible de aplicar o no dichas medidas.

Para ellos se ha realizado un sondeo de la localidad de Mairena del Aljarafe, que nos dará una noción de en cuantas viviendas se podría actuar, con todas las intervenciones o con algunas de ellas, incluso sin salir de la misma localidad. El aljarafe en general es una zona que se desarrollo mucho con motivo de las Expo 92', y debido al escaso valor del suelo en ese momento, este crecimiento se produjo de manera horizontal en su amplia mayoría, lo que nos deja hoy un amplio número de viviendas unifamiliares potencialmente susceptibles de la aplicación de medidas ahorradores de energía, como las que se han implantado en la vivienda centro del estudio.

Debido a ello, y para comprobar cuál sería la demanda potencial de implantación de estas medidas, se ha realizado un sondeo, donde se recogen las características de estas viviendas ya mencionadas. Características como el año de construcción o la superficie útil construida nos darán orientación tanto del tipo de construcción, elementos constructivos, materiales que utiliza y edad, como de la demanda de suministros, tanto de ACS como de electricidad.

Dada las características de la intervención, ya que necesitan de la irradiación solar para su funcionamiento, se han tenido en cuenta la orientación de las cubiertas, el tipo y adicionalmente un trabajo de campo, en el que se han comprobado "in situ", las condiciones para la captación de las viviendas, analizando de manera superficial el grado de adecuación de la cubierta para la implantación de estas instalaciones.

Se aportara además un plano de la localidad con la localización de cada una de las viviendas de forma que podemos ver como se reparten y en qué proporción las encontramos en el municipio, además en cada ficha se aporta referencia catastral donde poder contrastar los datos de año de edificación y superficie útil construida.

	Vivienda	A
	Referencia Catastral	2080108QB6328S0001BO
	Orientación	Suroeste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1986
	Superficie	134 m2
Observaciones	Urbanizacion con gran numero de viviendas con una buena orientacion pero escasa superficie para elementos de captacion.	

	Vivienda	B
	Referencia Catastral	2682301QB6328S0001FO
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1986
	Superficie	112 m2
Observaciones	Urbanizacion con una mala orientacion y escasa superficie para captacion.	

	Vivienda	C
	Referencia Catastral	2882013QB6328S0001ZO
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1985
	Superficie	237 m2
Observaciones	Urbanizacion con mala orientacion, aunque cuenta con superficie suficiente para elementos de captacion.	

	Vivienda	D
	Referencia Catastral	2784011QB6328S0001ZO
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1990
	Superficie	150 m ²
Observaciones	Urbanizacion con mala orientacion, aunque cuenta con superficie suficiente para elementos de captacion.	

	Vivienda	E
	Referencia Catastral	2481018QB6328S0001QB
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1988
	Superficie	108 m ²
Observaciones	Urbanizacion en general con mala orientacion, aunque cuenta con varias viviendas con una muy buena orientacion y con suficiente superficie para la captacion.	

	Vivienda	F
	Referencia Catastral	2081185QB6328S0001FO
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2001
	Superficie	170 m ²
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, aunque las aguas de la cubierta son Este / Oeste, por lo que se hace complicada la captacion o pesar de ser suficiente.	

	Vivienda	G
	Referencia Catastral	2081109QB6328S0001YO
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1988
	Superficie	146 m2
Observaciones	Orientacion de la urbanizacion moderadamente buena, con zona de captacion suficiente.	

	Vivienda	H
	Referencia Catastral	2082611QB6328S0001XO
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1991
	Superficie	199 m2
Observaciones	Orientacion de la urbanizacion moderadamente buena, con zona de captacion suficiente.	

	Vivienda	I
	Referencia Catastral	2084306QB6328S0001WO
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1993
	Superficie	126 m2
Observaciones	Orientacion de la urbanizacion moderadamente buena, con zona de captacion suficiente.	

	Vivienda	J
	Referencia Catastral	1983519QB6318S0001PT
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1994
	Superficie	151 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, con superficie de captacion muy buena, teniendo la posibilidad de implantacion de placas en cubierta inclinada y plana.	

	Vivienda	K
	Referencia Catastral	2283042QB6328S0001QO
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1994
	Superficie	132 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y con gran superficie inclinada para captación.	

	Vivienda	L
	Referencia Catastral	2174005QB6327S0001UG
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	2003
	Superficie	257 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, con superficie de captacion muy buena, teniendo la posibilidad de implantacion de placas en cubierta inclinada y plana.	

	Vivienda	M
	Referencia Catastral	1681013QB6318S0001LT
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1987
	Superficie	241 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y con gran superficie inclinada para captación.	

	Vivienda	N
	Referencia Catastral	1778042QB6317N0001UE
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1994
	Superficie	124 m2
Observaciones	Urbanizacion en general con mala orientacion, aunque cuenta con varias viviendas con una muy buena orientacion , suficiente superficie para la captacion, cubiertas inclinadas y planas.	

	Vivienda	Ñ
	Referencia Catastral	1777001QB6317N0001JE
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1989
	Superficie	152 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion en general, con suficiente superficie de captacion en la cubierta.	

	Vivienda	O
	Referencia Catastral	1676902QB6317N0001LE
	Orientación	Sin orientacion dominante
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1995
	Superficie	158 m2
Observaciones	Urbanizacion con diferentes orientacion, cuenta con numero importante de viviendas con orientacion buena y superficie de captacion suficiente.	

	Vivienda	P
	Referencia Catastral	1878027QB6317N0001PE
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1989
	Superficie	170 m2
Observaciones	Viviendas con muy buena orientacion, con superficie de captacion amplia tanto en cubierta plana como inclinada	

	Vivienda	Q
	Referencia Catastral	1777906QB6317N0001YE
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1989
	Superficie	160 m2
Observaciones	Viviendas con muy buena orientacion, con superficie de captacion amplia tanto en cubierta plana como inclinada	

	Vivienda	R
	Referencia Catastral	2576128QB6327N0001RU
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1986
	Superficie	128 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion en general, con amplia superficie de captacion en la cubierta.	

	Vivienda	S
	Referencia Catastral	2075025QB6327N0001IU
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1991
	Superficie	185 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, con suficiente superficie de captación.	

	Vivienda	T
	Referencia Catastral	1972206QB6317S0001YA
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1985
	Superficie	152 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, y con superficie de captacion muy amplia.	

	Vivienda	U
	Referencia Catastral	1880909QB6318S0001WT
	Orientación	Sin orientacion dominante
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1989
	Superficie	145 m2
Observaciones	Urbanizacion con diferentes orientacion, cuenta con numero importante de viviendas con orientacion buena y superficie de captacion suficiente.	

	Vivienda	V
	Referencia Catastral	1885018QB6318N0001XB
	Orientación	Sin orientacion dominante
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1989
	Superficie	147 m2
Observaciones	Urbanizacion con diferentes orientacion, escaso numero de viviendas con orientacion buena y superficie de captacion reducida.	

	Vivienda	W
	Referencia Catastral	1986013QB6318N0001BB
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1990
	Superficie	184 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion en toda la urbanizacion, y cuenta con superficie de captacion suficiente.	

	Vivienda	X
	Referencia Catastral	1886805QB6318N0001GB
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1990
	Superficie	180 m ²
Observaciones	Viviendas con buena orientacion en toda la urbanizacion, y cuenta con superficie de captacion suficiente.	

	Vivienda	Y
	Referencia Catastral	1587511QB6318N0001DB
	Orientación	Sin orientacion dominante
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1999
	Superficie	174 m ²
Observaciones	Urbanizacion con diferentes orientacion, escaso numero de viviendas con orientacion buena y superficie de captacion reducida.	

	Vivienda	Z
	Referencia Catastral	1789320QB6318N0001UB
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	2003
	Superficie	258 m ²
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, y amplia superficie para captacion tanto en cubierta plana como inclinada.	

	Vivienda	A1
	Referencia Catastral	1787706QB6318N0001PB
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1993
	Superficie	200 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y amplia superficie para captacion tanto en cubierta plana como inclinada.	

	Vivienda	B1
	Referencia Catastral	0479929QB6307N0001LX
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1998
	Superficie	126 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, pero escasa superficie para captacion en cubierta.	

	Vivienda	C1
	Referencia Catastral	0479026QB6307N0001WX
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2002
	Superficie	184 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, con suficiente superficie para captacion en cubierta.	

	Vivienda	D1
	Referencia Catastral	0479012QB6307N0001KX
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1995
	Superficie	105 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, con suficiente superficie para captacion en cubierta.	

	Vivienda	E1
	Referencia Catastral	0280927QB6308S0001UQ
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2000
	Superficie	120 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, con suficiente superficie para captacion en cubierta.	

	Vivienda	F1
	Referencia Catastral	0580401QB6308S0001DQ
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2000
	Superficie	305 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, y amplia superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	G1
	Referencia Catastral	0179925QB6307N0001UX
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2003
	Superficie	212 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y amplia superficie para captacion en cubierta, con ademas una inclinacion de cubierta muy buena.	

	Vivienda	H1
	Referencia Catastral	0179747QB6307N0001TX
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2002
	Superficie	151 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y amplia superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	I1
	Referencia Catastral	0078710QB6307N0001OX
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada / Plana
	Año de construcción	1999
	Superficie	151 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, y suficente superficie para captacion tanto en cubierta plana como inclinada.	

	Vivienda	J1
	Referencia Catastral	0278024QB6307N0001KX
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1989
	Superficie	173 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y suficiente superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	K1
	Referencia Catastral	0076511QB6307N0001MX
	Orientación	Sureste / Noreste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2001
	Superficie	147 m2
Observaciones	Viviendas con buena orientacion, y suficiente superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	L1
	Referencia Catastral	9878611QB5397N0001ZM
	Orientación	Sur / Norte
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2003
	Superficie	166 m2
Observaciones	Viviendas con buena muy orientacion, y amplia superficie para captacion en cubierta, con pendiente de inclinacion muy buena.	

	Vivienda	M1
	Referencia Catastral	0874519QB6307S0001ZU
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	1997
	Superficie	134 m2
Observaciones	Viviendas con mala orientación, aunque suficiente superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	N1
	Referencia Catastral	0575041QB6307N0001OX
	Orientación	Este / Oeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2000
	Superficie	129 m2
Observaciones	Viviendas con mala orientación, aunque suficiente superficie para captacion en cubierta inclinada.	

	Vivienda	Ñ1
	Referencia Catastral	0575532QB6307N0014IO
	Orientación	Suroeste / Noroeste
	Tipo de cubierta	Inclinada
	Año de construcción	2007
	Superficie	230 m2
Observaciones	Viviendas con mala orientación, aunque suficiente superficie para captacion en cubierta inclinada.	

13. CONCLUSIONES

Al término del proyecto es el momento de resumir y concluir sobre las decisiones que se han tomado a lo largo de este. En un cómputo general, podemos decir que se han cumplido las expectativas de ahorro, aunque varios factores han condicionado que este no sea mayor, lo cuales analizaremos. Por otro lado, la mejora energética que ha experimentado la vivienda, ha sido muy buena, con resultados que suponen una disminución de demandas, consumos y emisiones de hasta un 90% de estas últimas.

Con respecto a la instalación solar fotovoltaica, el factor fundamental que lastra la optimización del ahorro, es el hecho de que la ley que regula estas instalaciones, penaliza su uso en las condiciones que establece, teniendo que optar por el sistema aislado. Este sistema supone un coste mucho mayor, debido a que en su esquema necesita una acumulación de energía, con lo que al precio que hoy en día se comercializan los acumuladores, hace que la instalación difícilmente sea óptima para conseguir un gran ahorro económico, cuando este ahorro es la factura eléctrica, algo que cambiaría drásticamente sin las limitaciones que marca la actual ley.

Sin esta limitación se podría optar por un sistema con acumulación para la noche, y en periodo invernal con días consecutivos sin irradiación suficiente, consumir electricidad de la Red Pública. Con este esquema el ahorro podría ser muy importante, ya que como apuntábamos, es la acumulación de nuestra energía generada, la que hace que el sistema se encarezca. La reducción del coste de la instalación sería de un 25%, lo que supondría en nuestro caso un total de aproximadamente 8000€, que harían que el periodo de amortización pasara de 20 años a 13 años aproximadamente, además la vida útil de la instalación se vería mejorada, puesto que las baterías eran los elementos con menor durabilidad.

Con respecto a las intervenciones en la envolvente conseguimos unos buenos resultados de transmitancias, y una amortización moderada, por tanto se han implantado con éxito, se opta por la implantación de la mejora en las zonas que así lo requerían por normativa ya que de aplicarse en todo el cerramiento supondría un coste más elevado que no cubriría las expectativas de amortización.

Si hablamos de la climatización, debemos tener en cuenta que este tipo de instalación, no es en sí misma una instalación de ahorro, y podríamos catalogarla como de consumo. Este sistema al ser de consumo, no reporta unos datos de amortización buenos, ya que aunque con él se consigue un ahorro importante, no es suficiente para su amortización o está el límite de coste/ahorro, pero no podemos hablar de inviabilidad. La instalación aporta un gran confort térmico a la vivienda, consiguiendo además ahorrar energía aun llevando ese confort a todo el edificio, mientras que con el sistema antiguo todo se limitaba a un par de estancia, por tanto podemos hablar de una instalación viable, ya que los beneficios que se obtienen aún no siendo económicos, son muchos.

La instalación generadora de agua caliente sanitaria, nos arroja los mejores resultados de amortización, y por tanto su viabilidad está asegurada. El sistema se ha optimizado de forma que aporta unos ahorros por encima de la inversión, siendo además una instalación de bajo coste de mantenimiento.

En base a los resultados obtenidos en el estudio de todos los elementos, podemos sacar conclusiones respecto a que instalar, como hacerlo, y donde, de forma que nos sirva de referencia a la hora de afrontar este tipo de intervenciones. Se han establecidos unos pasos que nos proporcionan una base, que podemos utilizar para acometer estas intervenciones en otras viviendas de similares características.

Para terminar, la adición del sondeo de viviendas potenciales de aplicar estas medias de ahorro, nos proporciona una visión más general de cuales serían las viviendas en las que estas medidas podrían implantarse, y como se comprueba, debido a las características de la zona son muchas las que podrían ser objeto de estudio, de tal forma podríamos seguir los pasos y comprobar más en profundidad, una vez hecho este sondeo, en qué grado son viables estas intervenciones.

14. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIA.

- Alonso Lorenzo, José A. *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma* (Documento en línea. PDF). Sunfields Europa. Santiago de Compostela Disponible en <http://ingemecanica.com/ingenieria/proyectos/proyecto106.pdf>
- Alonso Abella, Miguel. *Dimensionado de sistema Fotovoltaicos*. (Documento en línea. PDF). CIEMAT, Departamento de energías renovables. Madrid. Disponibles en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45340/componente45338.pdf.
- Alonso Abella, Miguel. *Sistemas Fotovoltaicos*. (Documento en línea. PDF). CIEMAT, Departamento de energías renovables. Madrid. Disponibles en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf.
- Anónimo. ``El regulador critica la decisión de congelar el precio de la bombona``. Periódico El País. (Documento en línea). 27 de Marzo de 2013. Disponible en: http://economia.elpais.com/economia/2014/03/27/actualidad/1395936830_368361.html
- Balance Térmico. U.B.A. - Facultad de Ingeniería - Tecnología del frío 67.32. (Documento en línea. PDF). Disponible en: [http://materias.fi.uba.ar/6732/pdf/67\[1\].32_01-Balance%20termico%20Aire%20Acondicionado.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6732/pdf/67[1].32_01-Balance%20termico%20Aire%20Acondicionado.pdf)
- BOE (2007). Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. BOE 207 (miércoles 29 de agosto de 2007). 15820. Pág. 35931-35984.PDF
- BOE (2011). Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. BOE 295. (jueves 8 de diciembre 2011). 19242. Pág. 130033- 130064. PDF
- BOE (2013). Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. BOE 89 (Sábado 13 de abril de 2013). 3095. Pág. 27563-27593. PDF.
- Catálogo. Datos Técnicos de Sistema de Climatización DAIKIN. Unidades exteriores • R410A • MXU-GV1B. (Documento en línea. PDF). Editor responsable: Daikin Europe N.V., Zandvoordestraat 300, B- 8400 Oostende. Bélgica. EEDES10-100. Disponible <http://www.acae.es/isapi/prestowebisapi.dll?FunctionGo&id=3745734795&cod=ACAE/EM/EM5/DAIKIN/E23DAI/E23ERHDAI/E23ERHDAI1/E23ERHDAI11&path=aca2.cfg>.
- Catálogo. Datos Técnicos de Sistema de Climatización DAIKIN. Unidad interior • Unidad de pared • FTX-JV/GV, Split - Sky Air. (Documento en línea. PDF). Editor responsable: Daikin Europe N.V., Zandvoordestraat 300, B- 8400 Oostende. Bélgica. EDES11-100. PDF. Disponible online.
- Catálogo general solar 2009 Vaillant para agua caliente sanitaria. (Documento en línea. PDF) Edición Enero 2009. FT/Solar 09/008/0109. Disponible en: <http://www.vaillant.es/Web/catalogo%2Fcatalogo%2FenergiaSolarVaillant%2Fenergia-Solar%2FENERGIASOLARPARTPROF>

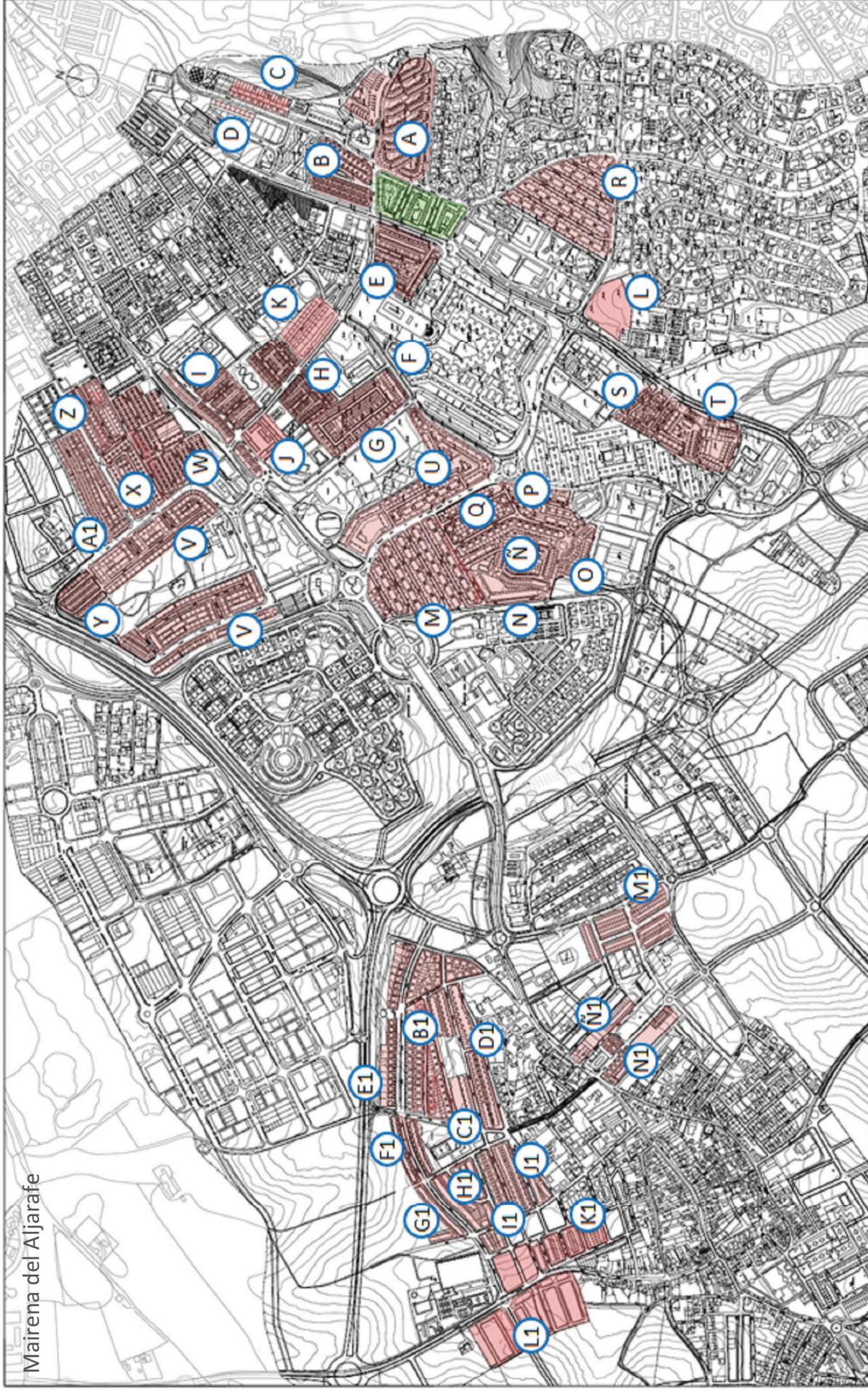
- Catálogo Hawker (Baterías). (Documento en línea. PDF). Réf. - DCO 705G. Marzo 2000. Disponible en: <http://www.tutiendaenergetica.es/acumuladores-estacionarios/246-bateria-hawker-ecosafe-tzs-11-11-opzs-1375.html>
- Catálogo Técnico de Trasdosados directos de Knauf. ModeloW61.es. (Documento en línea. PDF) Editado el 06/2012/ES. Código: 0101020506. Disponible: <http://www.knauf.es/index.php/es/sistemasknauf/trasdosados/directopastaagarre>
- Catálogo sistemas de energía renovables y de respaldo. Xantrex. Inversores y controladores de carga. (Documento en línea. PDF). Disponible en: <http://www.schneider-electric.com.mx/documents/solutions/xantrex.pdf>.
- Código técnico de la edificación. Documento básico de HE ahorro de energía. *Manual de Usuario LIDER v1.0*. HE1: Limitación de Demanda Energética. Ministerio de vivienda (dirección general de arquitectura y política de la vivienda) y Ministerio de industria, turismo y comercio (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía). (Documento en línea. PDF). Disponible: <http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/ManualLIDER.pdf>.
- Comunicación a la Comisión Europea (Decisiones 280/2004/CE y 2005/166/CE). *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de España*. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. Secretaría de estado de medio ambiente. G.D de calidad y evaluación ambiental y medio ambiente. S.G. de calidad del aire y medio ambiente industrial. Edición 1990-2012. Versión abreviada. Enero de 2014. PDF.
- *Documento Básico HE. Ahorro de energía*. (Documento en línea. PDF). Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008). Disponibles en: <https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/B83B66E3-0BA0-4270-BEF5-84A07A4C77F8/95714/14.pdf>.
- Egido, M. Ángel. Capítulo del libro: *Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*. Editorial CIEMAT.
- Fernández, Diego y García González, Jorge, "Industria cargará con un "peaje de respaldo" el autoconsumo de electricidad para utilización propia". Periódico online *Energiadiario.com*. Madrid, 18/07/2013. Disponible en: <http://www.energiadiario.com/publicacion/spip.php?article24696>
- Grupo formadores andalucía. *Instalaciones solares térmicas. Predimensionado y Dimensionado*. (Documento en línea. PDF). Plan de formación del CTE. CSCAE. Disponible en: http://www.coavn.org/coavn/cte/cursonavarra/he4_03_dimensionado.pdf
- IDAE y CENSOLAR. *Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red*. (Documento en línea. PDF). Madrid 2009- Revisión del "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red", editado en octubre de 2002. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf.
- IDAE. *CALENER-VYP: Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos. Manual de Usuario*. (Disponible en línea. PDF). Incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie "Calificación de Eficiencia Energética de Edificios". Madrid, mayo de 2009. Disponible en: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/CalenerVYP1/Manual_de_usuario.pdf

- Informe de la consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales bienes inmuebles de naturaleza urbana. (Documento en línea). 18 de febrero de 2013. Sede Electrónica de Catastro. Ministerio de hacienda y administraciones públicas. Disponibles en: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>.
- Instrucciones de instalación y manejo. Calentadores de agua a gas. MiniMAXX Excellence. Junkers. Grupo Bosch (Documento en línea. PDF). Ref. 6720 608 998 (2011/07) ES. Disponibles en: http://junkers.es.resource.bosch.com/media/documentacion/agua_caliente/instrucciones_de_uso/calentadores_de_agua_a_gas/actuales/minimax_wtd_11-14-17_kme_manual.pdf
- Méndez Muñiz, Javier María y Cuervo García, Rafael. *Energía solar fotovoltaica*. ECA Instituto de tecnología y formación S.A.U. 2ª Edición. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid. ISBN: 13-978-84-96743-29-8.
- Nadal Belda, Alberto. Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción de autoconsumo. (Documento en línea-PDF). Ministerio de industria, energía y turismo. Madrid, 18 de julio de 2013. Disponible en: <http://www.energetica21.com/require/archivos/documentos/real-decreto-autoconsumo.pdf.3>
- Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), *Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology*. (Documento en línea). European Commission, Joint research center, Institute for Energy and Transport (IET). Última actualización: 10/02/2012. Disponible en: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.
- Plan de energías renovables en España 2005-2010. *Sector Solar Fotovoltaico*. Cap. 3.5. Pág. 155-186.
- Policies, the EU climate and energy package. ``*The climate and energy package is a set of binding legislation which aims to ensure the European Union meets its ambitious climate and energy targets for 2020*``. (Documento en línea). Climate action. European Commission. Última actualización 21/05/2014. Disponible en: <http://ec.europa.eu/clima/policies/package/>.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre. Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE: suplemento al nº 224, 18 de Septiembre 2002.
- Romero, Sara y Flores, Alejandro. Solarweb.net. Portal con el objetivo de dar a conocer y fomentar los usos de la energía solar. En Línea. Disponible en: <http://www.solarweb.net/quienes-somos.php>
- Salvador Escoda S.A. Tarifa de precios de compuertas y rejillas. (Documento en línea. PDF) Barcelona. Abril 2014. Disponible en: http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Compuertas_Rejillas_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf
- Turmo Sierra, Emilio. *NTP 617: Locales de carga de baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico*. (Documento en línea. PDF). Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_617.pdf.



15. PLANOS

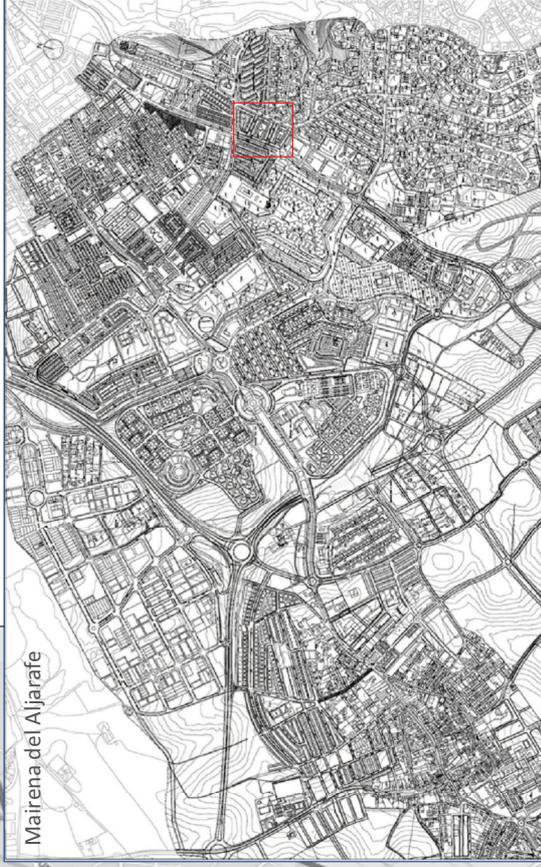
- **Sondeo de vivienda potenciales para la intervención**
- **Situación y emplazamiento**
- **Distribución de la vivienda**
- **Plantas acotadas**
- **Alzados**
- **Implantación instalación de ACS**
- **Implantación instalación de climatización**
- **Implantación instalación solar fotovoltaica aislada**
- **Trasdosados, techos fijos y carpinterías**
- **Esquemas de las instalaciones**



Mairena del Aljarafe

Vivienda centro del estudio	Viviendas potenciales de implantación de medidas	ALUMNO: Canales Quesada, Jose Adrián	DENOMINACIÓN: Sondeo de viviendas potenciales para la intervención	Nº PLANO 0
PROYECTO FIN DE GRADO GRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN		Curso 2014/2015 Rehabilitación Energética	GRUPO: 1	PROFESOR TUTOR: Don Juan Jose Moyano Campos

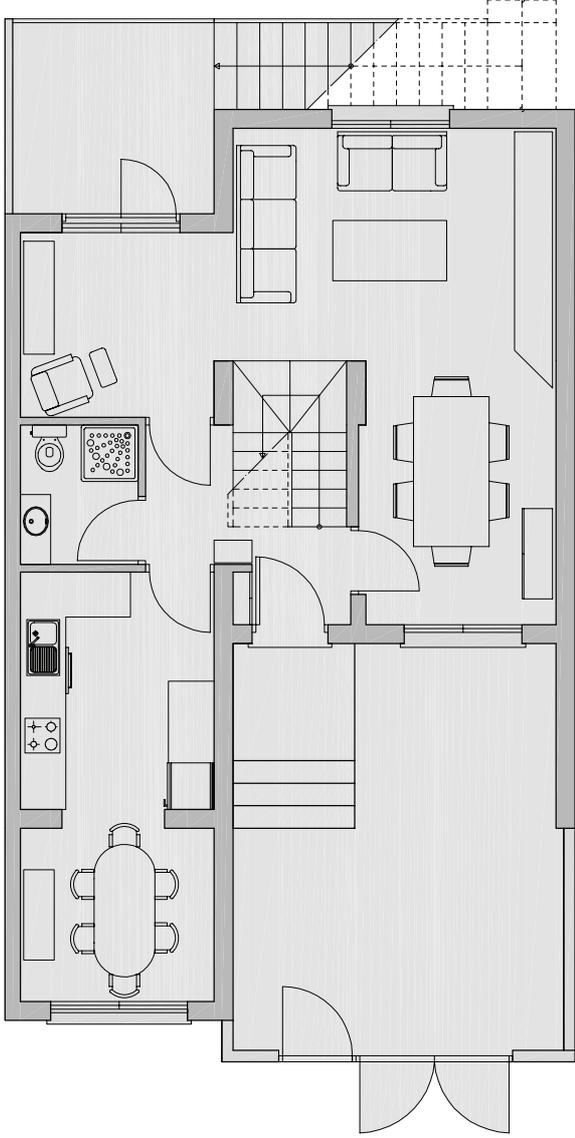
Situación y emplazamiento de la vivienda sometida a estudio



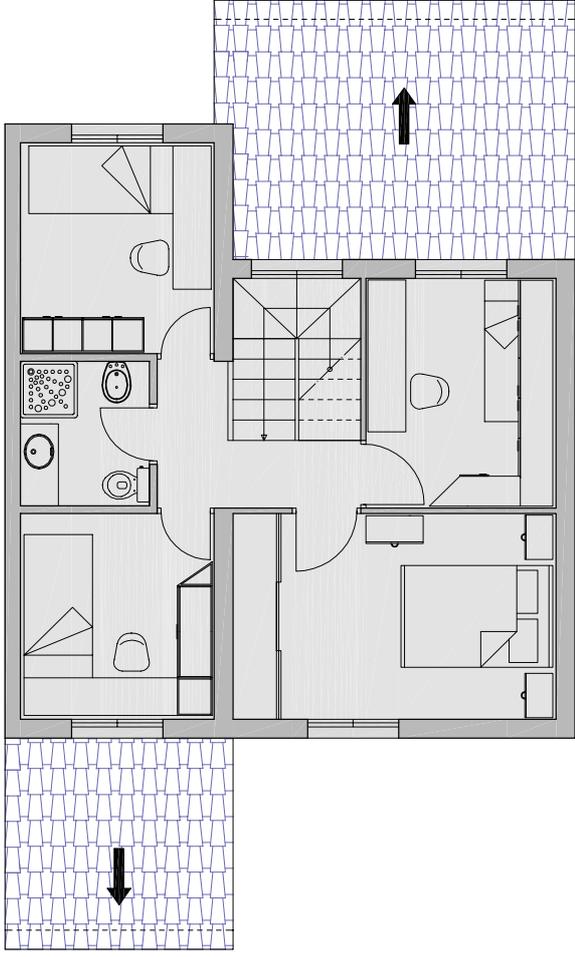
ESCALA	sin definir
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Veleta nº2 Mairena del Aljarafe Sevilla
ORIENTACION	Noroeste



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

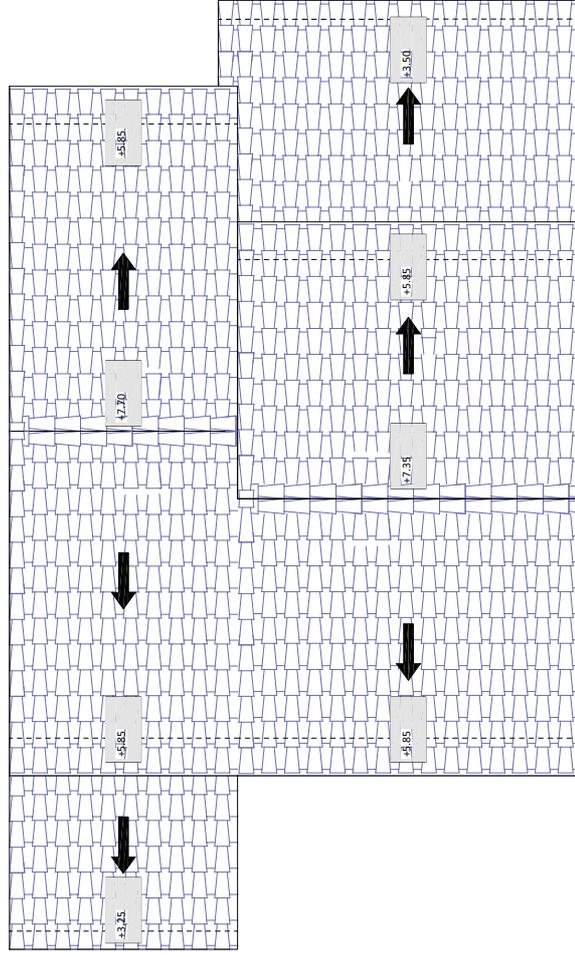
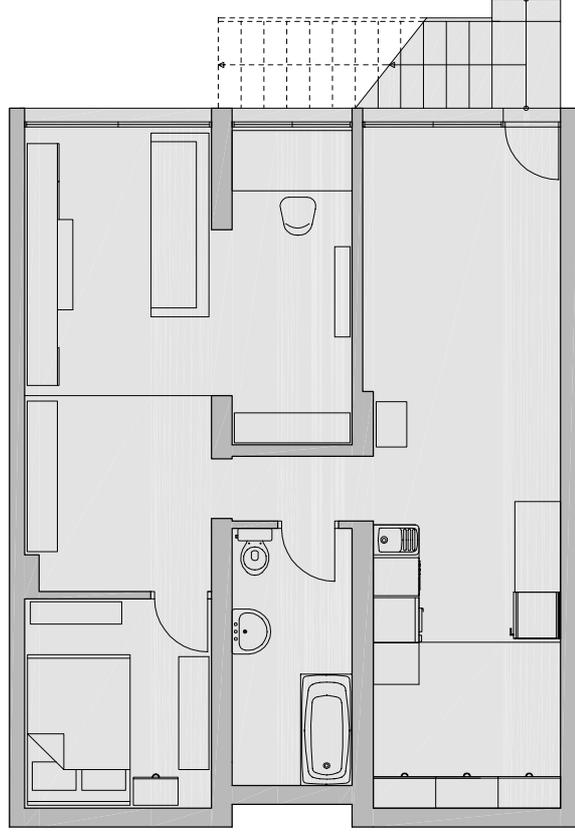


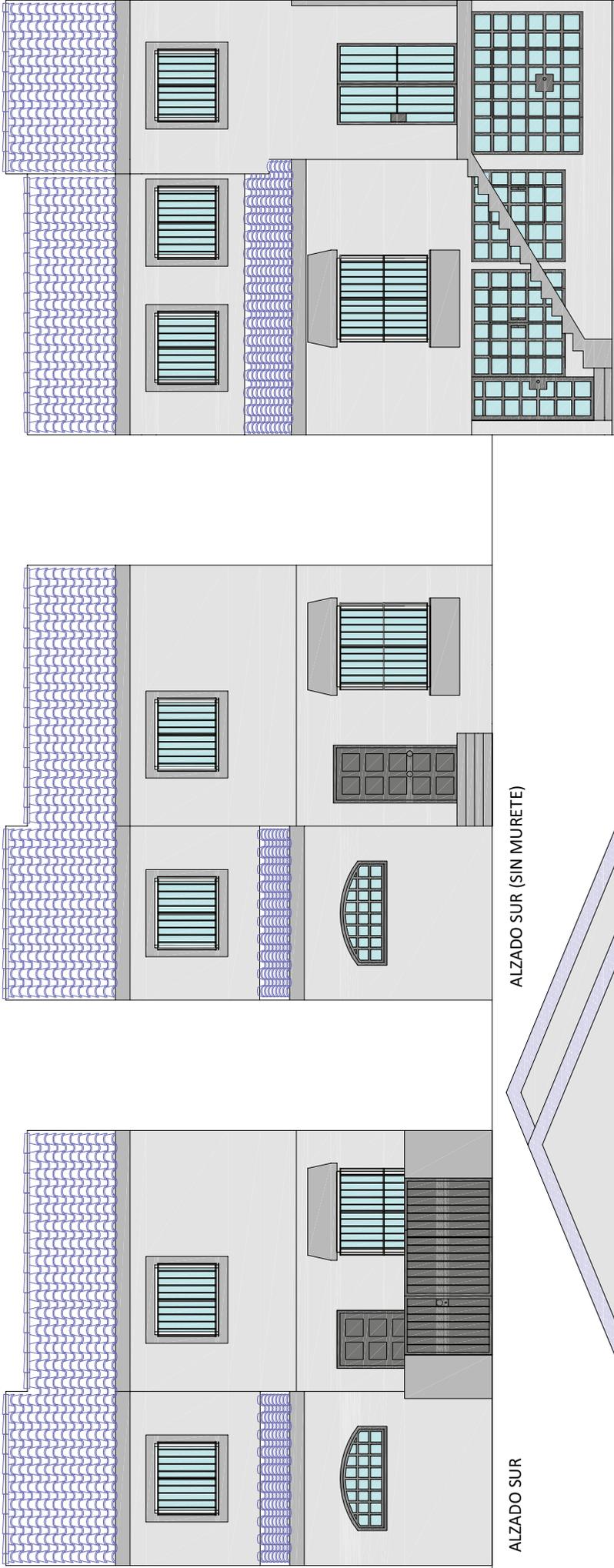
PLANTA SOTANO

SUPERFICIES	
Parking	123,00 m ²
Dorm 5	6,85 m ²
Pasillo	4,25 m ²
Gimnasio	11,25 m ²
Hall	6,20 m ²
Lavande	11,50 m ²
Pasillo 3	1,75 m ²
Salon	12,7 m ²
Pasillo 2	1,75 m ²
Comedor	9,90 m ²
Baño 2	5,40 m ²
Cocina	8,37 m ²
Hall 2	6,25 m ²
Office	5,85 m ²
Salon 2	8,75 m ²
Aseso	2,85 m ²
Disca.	6,75 m ²
Pasillo 2	7,10 m ²
Jardin	30,00 m ²
Baño	3,25 m ²
Dorm 1	7,65 m ²
Dorm 2	11,60 m ²
Dorm 3	7,00 m ²
Dorm 4	7,15 m ²
TOTAL útil	205,27 m ²

ESCALA	1 / 50
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Vuelta nº2 Mairena del Aljarafe Sevilla
ORIENTACION	Noroeste

PLANTA CUBIERTA



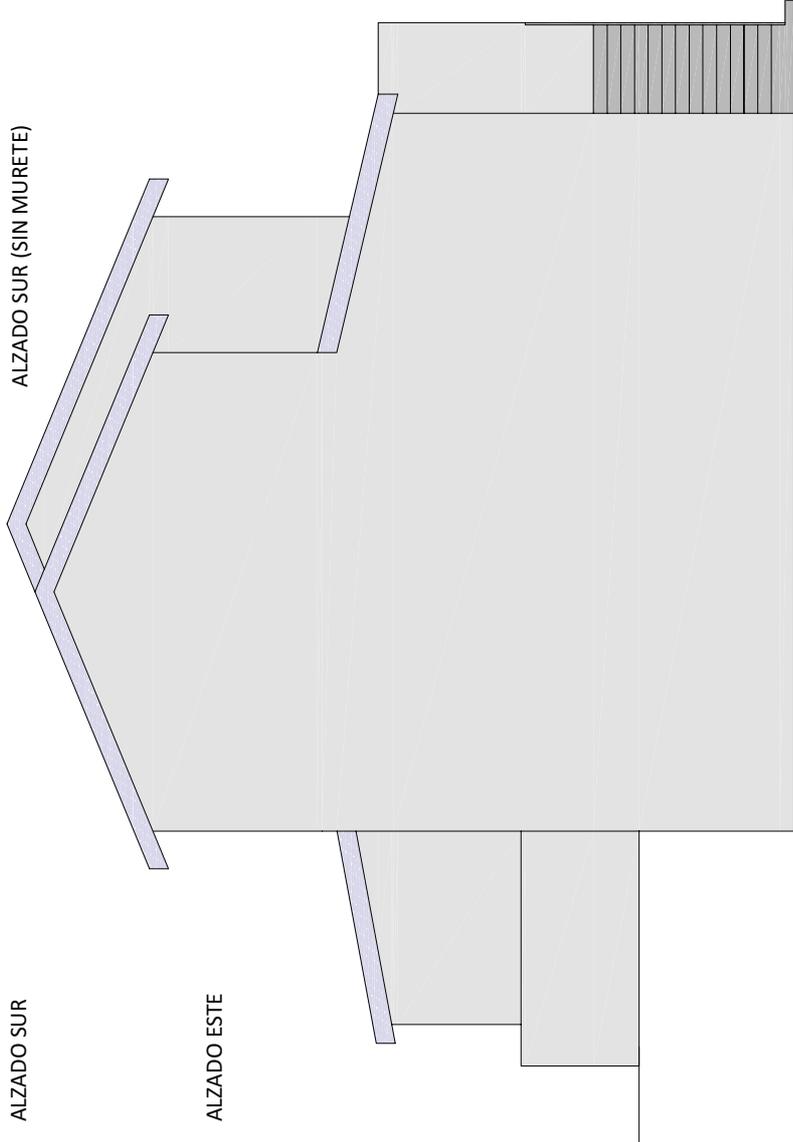


ALZADO SUR

ALZADO SUR (SIN MURETE)

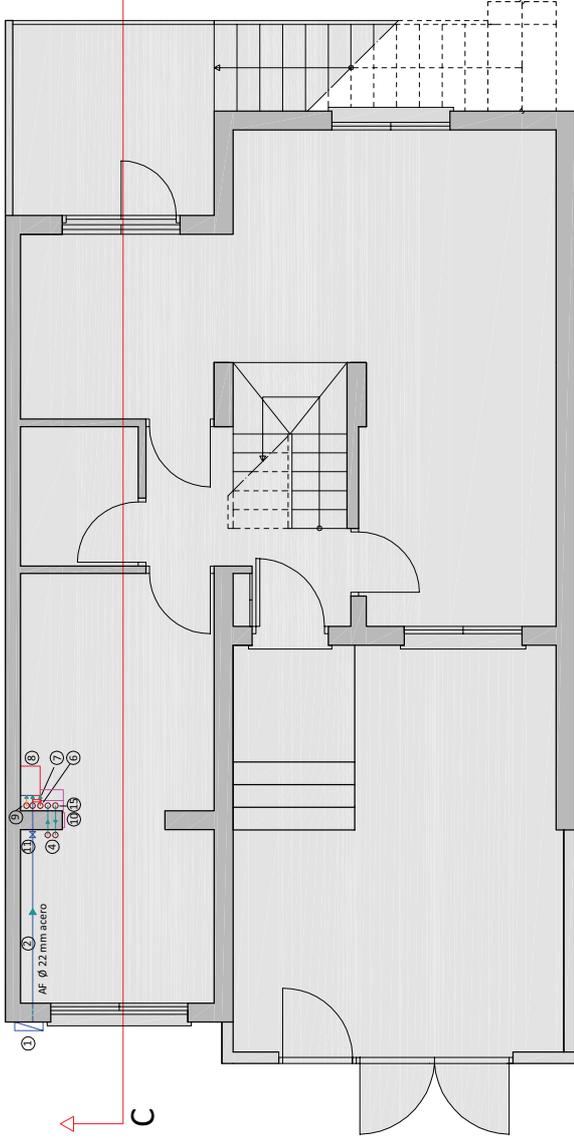
ALZADO ESTE

ALZADO NORTE

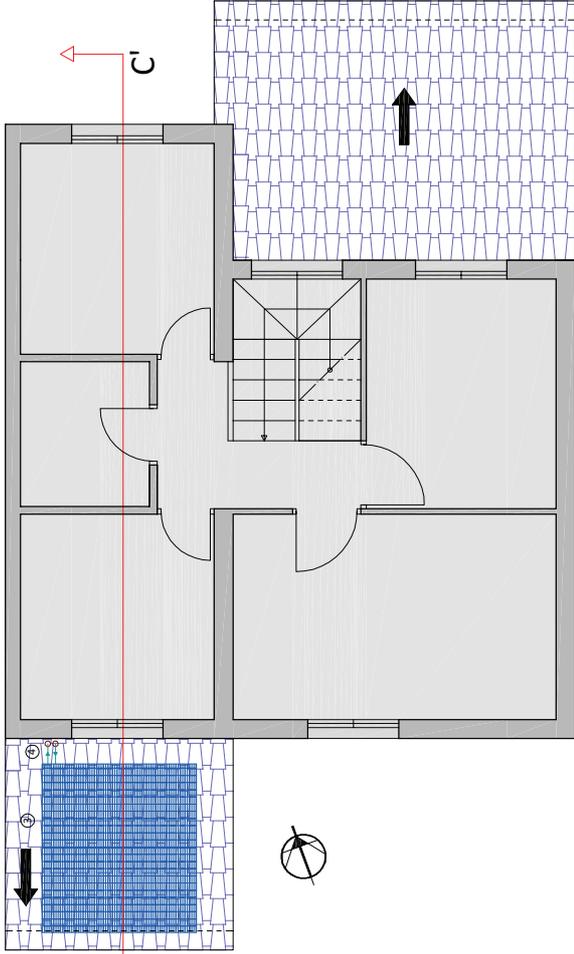


ESCALA	1 / 50
COTAS EN METROS	
UBICACIÓN	
Calle Veleña nº 2 Matrera del Aljarafe Sevilla	
ORIENTACIÓN - Noroeste	

PLANTA BAJA



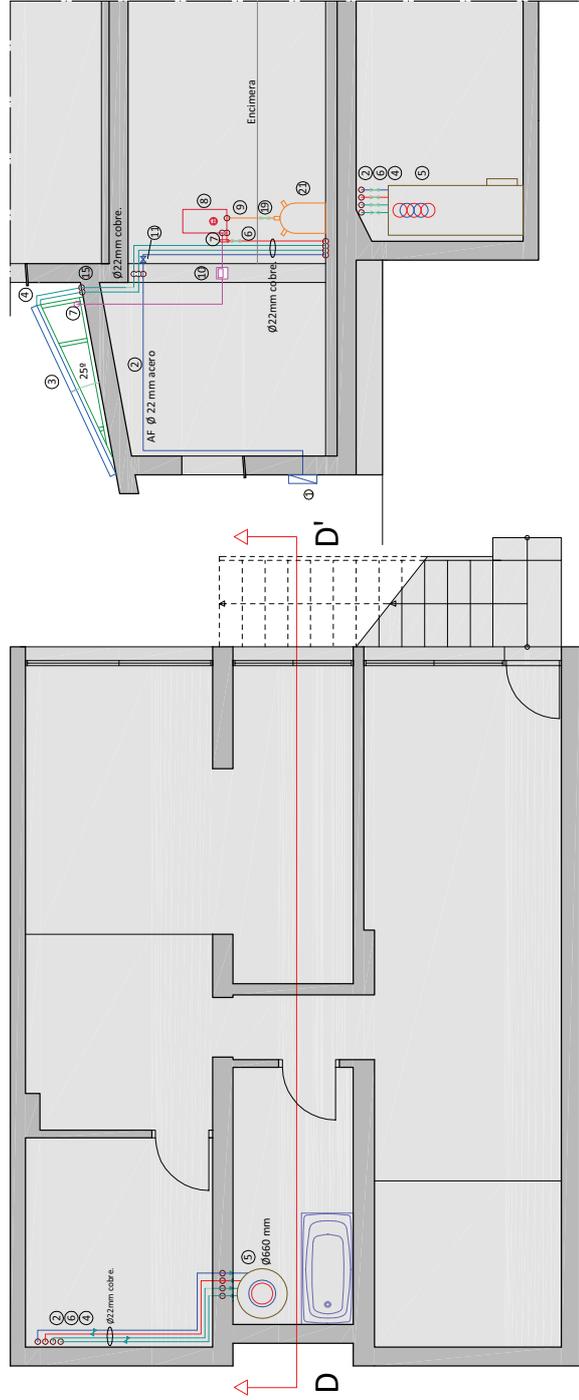
PLANTA PRIMERA



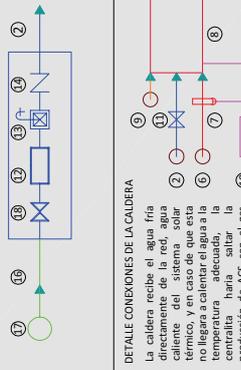
PLANTA SOTANO

Nº	Simbolo	Componente del sistema
1		Armario general
2		Distribuidor principal
3		Captores solares
4		Circuito primario
5		Interacumulador monovalente VIH 300 L
6		Distribuidor principal ACS
7		Sensor de temperatura
8		Equipo controlador auxiliar convencional WTD11
9		Alimentación auxiliar de gas butano
10		Centralita de control
11		Llave de corte
12		Contador individual
13		Grifo de racor o comprobación
14		Anti-retorno
15		Pasatubos
16		Ramial
17		Acometida con collarín de toma
18		Llave de corte general
19		Llave de paso
20		Soporte de paneles
21		Bombona de gas butano

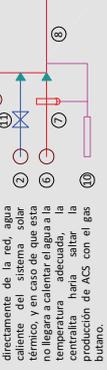
SECCION CC-DD'



DETALLE ARMARIO GENERAL

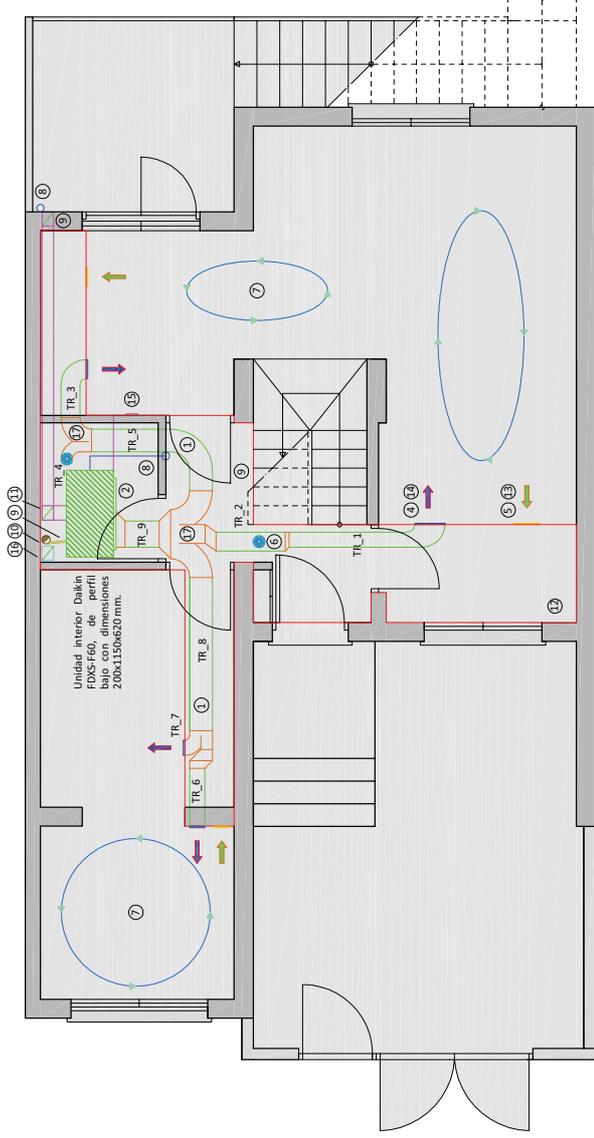


DETALLE CONEXIONES DE LA CALDERA

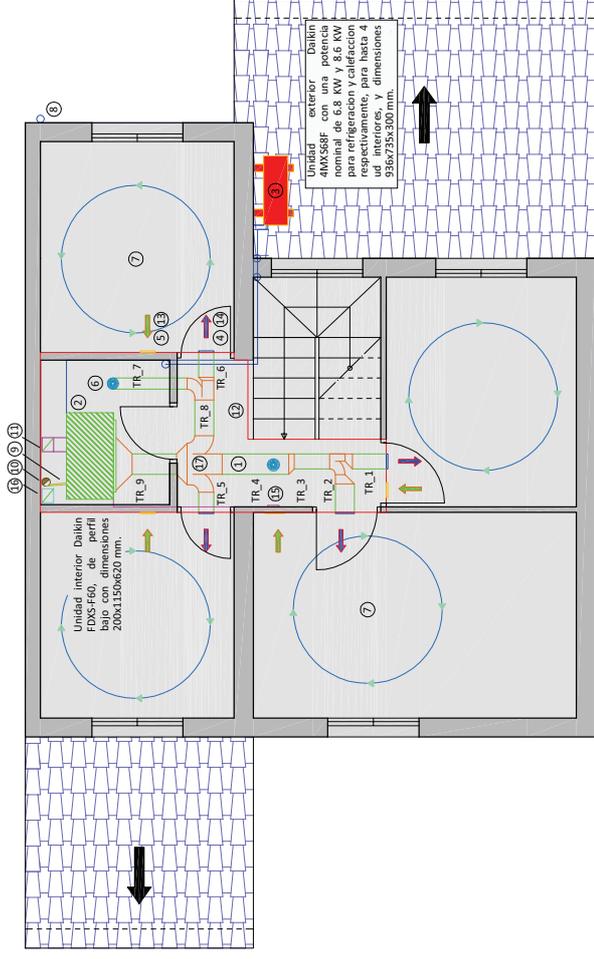


ESCALA	1 / 50
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Veleta nº2 Mairena del Aljara Sevilla
ORIENTACION	Noroeste

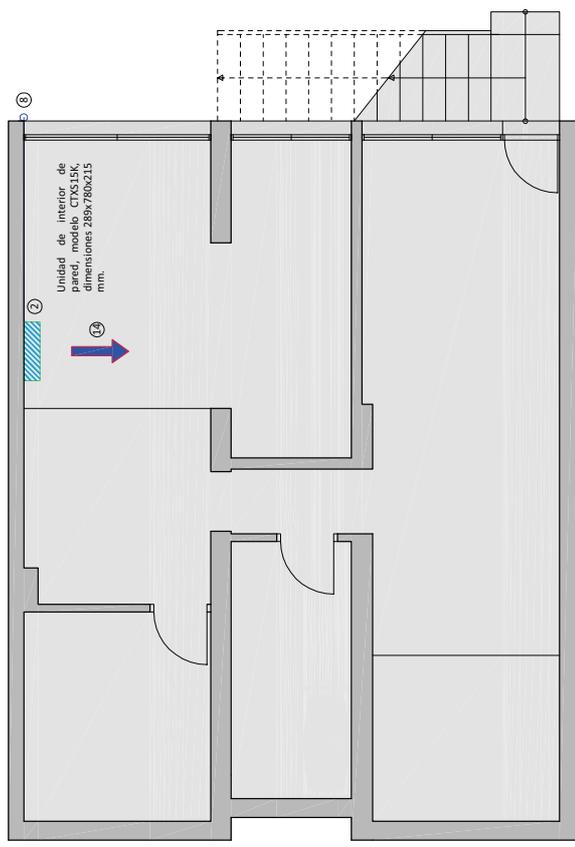
PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



PLANTA SOTANO



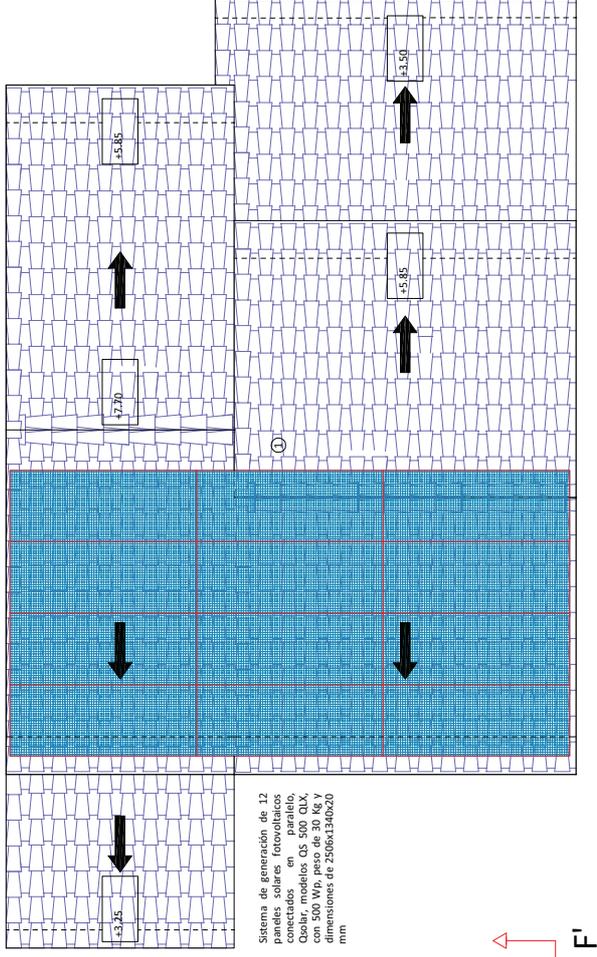
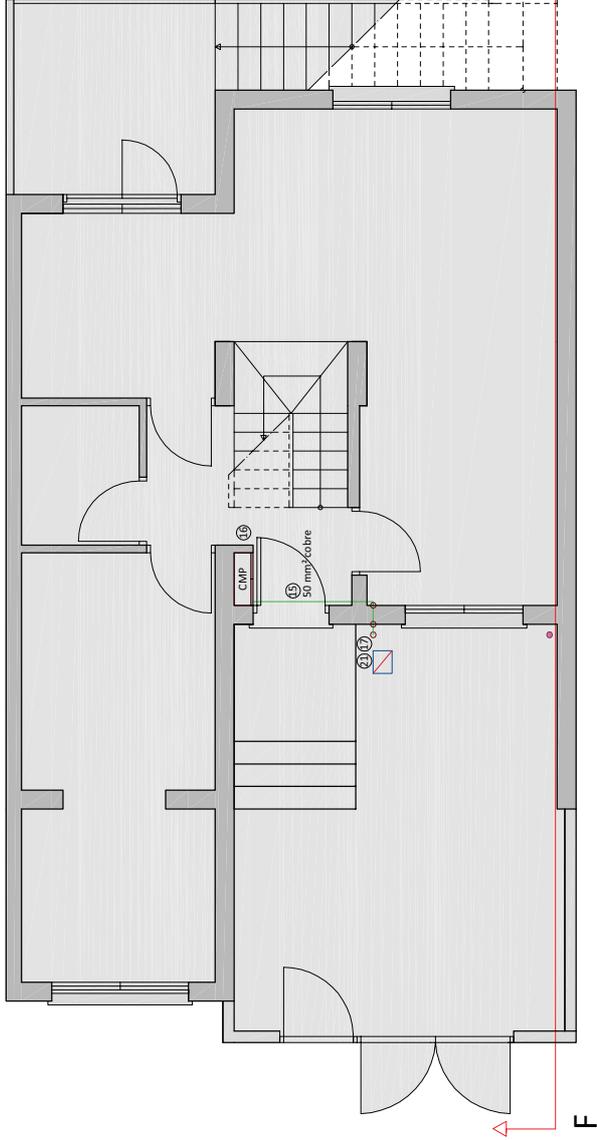
ESCALA	1 / 50
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Vélata n2 Mairena del Aljarafe Sevilla
ORIENTACION	Noroeste

Nº	Simbolo	Componente del sistema
1	—	Conducto A.A
2	■	Ud. interior A.A
3	■	Ud. exterior A.A
4	—	Reglas de impulsión
5	—	Reglas de ventilación
6	—	Difusores
7	—	Circulación del aire
8	—	Circuito refrigerantes
9	—	Desagüe
10	—	Bajante RE Ø110 mm PVC
11	—	Ventilación
12	—	Falso techo
13	—	Ventilación por plenum
14	—	Salida de impulsión
15	—	Panel de control del A.A
16	—	Ventilación vivienda
17	—	Piezas especiales

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS. TABLA 1 PLANTA PRIMERA												
CALCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS EN SEMBOCADURAS DE ESTANCIAS												
Formulación	id	m²	W/m²	Pl	Potencia asesoría	W	Pf=as pl	Qm (Pa1000)12	Qm	V1	Sq=QV1	ab x o
Unidades								cm³/s	cm³/s	cm/s	cm²	mm
Estancia	Superficie útil	Potencia asesoría	Total potencia de la estancia	Superficie útil	Potencia asesoría	Total potencia de la estancia	Caudal	Velocidad del aire	Sección	Dispersión normalizada	Dimensiones del difusor	
Dorm.1	7,65	80	612	51000	310	170	300*100					
Dorm.2	11,6	80	928	77333	310	258	250*100					
Pañillo.2	7,1	80	568	47333	310	158	160					
Dorm.3	7	80	560	46667	310	154	200*100					
Dorm.4	7,15	80	572	47667	310	159	200*100					
Baño	3,25	80	260	21667	310	72	160					
TOTALES	43,75	80	3500	291667								

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS. TABLA 2 PLANTA BAJA												
CALCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS												
Formulación	id	m²	W/m²	Pl	Potencia asesoría	W	Pf=as pl	Qm (Pa1000)12	Qm	V1	Sq=QV1	ab x o
Unidades								cm³/s	cm³/s	cm/s	cm²	mm
Estancia	Superficie útil	Potencia asesoría	Total potencia de la estancia	Superficie útil	Potencia asesoría	Total potencia de la estancia	Caudal	Velocidad del aire	Sección	Dispersión normalizada	Dimensiones del difusor	
Salón	12,1	80	968	89667	310	369	350*100					
Comedor	16,7	80	1336	111333	310	371	400*100					
Pañillo	4,25	80	340	28333	310	94	160					
Office	5,85	80	468	39000	310	139	200*100					
Cocina	8,37	80	669,6	55800	310	186	200*100					
Baño	2,85	80	228	19000	310	63	160					
TOTALES	50,12	80	4009,6	334133								

AIRE ACONDICIONADO EN VIVIENDAS. TABLA 2 PLANTA PRIMERA												
CALCULO DE SECCIONES DE CONDUCTOS												
Formulación	id	m²	W/m²	Pl	Potencia asesoría	W	Pf=as pl	Qm (Pa1000)12	Qm	V1	Sq=QV1	ab x o
Unidades								cm³/s	cm³/s	cm/s	cm²	mm
Tramo	Caudal	Velocidad del aire	Sección	Dispersión normalizada	Dimensiones del difusor							
TR.1	51000	310	170	300*100								
TR.2	77333	310	258	250*100								
TR.3	128333	310	428	200*200								
TR.4	175667	310	586	300*200								
TR.5	46667	310	154	200*100								
TR.6	47667	310	159	200*100								
TR.7	21667	310	72	100*100								
TR.8	69333	310	231	250*100								
TR.9	291667	510	583	300*200								

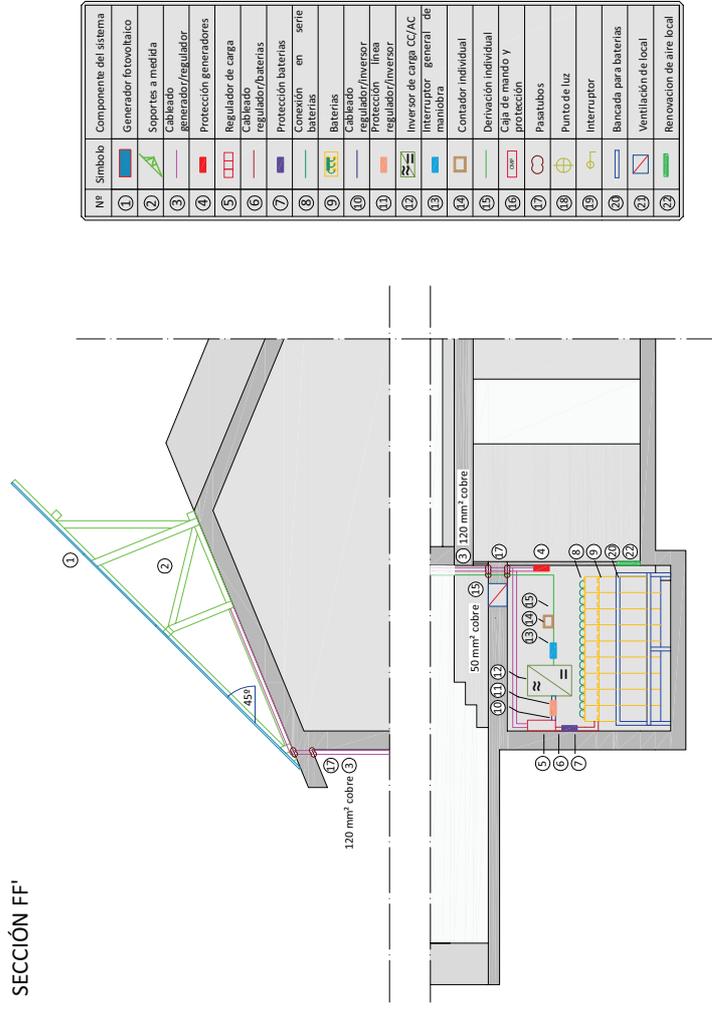
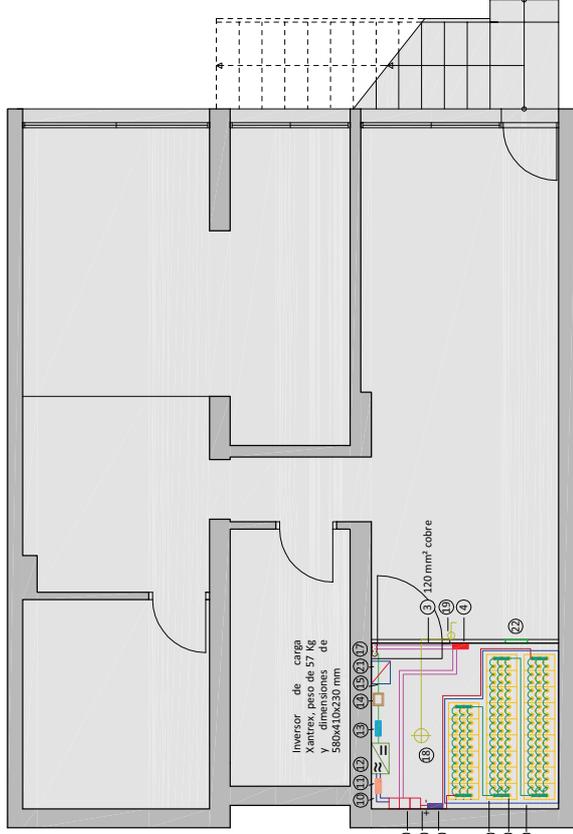


Sistema de generación de 12 paneles fotovoltaicos conectados en paralelo, Qsolar, modelos QS 500 QLX, con 500 Wp, peso de 30 kg y dimensiones de 250x1340x20 mm

ESCALA	1/50
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Veleza nº2 Marrena del Aljarafe Sevilla
ORIENTACION	Noroeste

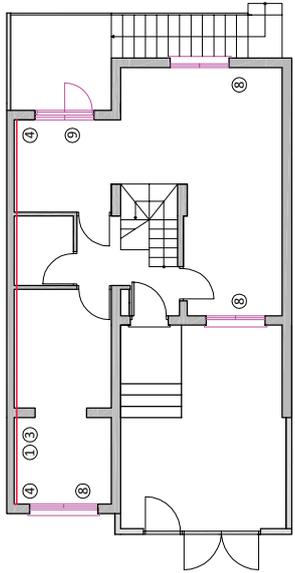
Regulación de carga mediante dos Reguladores de carga Xantrex, peso de 57 kg y dimensiones de 580x410x230 mm

Acumulación mediante 24 vasos de 2V, conectados en serie, con baterías Hawker ecoseal, modelos T25 16 con una capacidad de 240 Ah, peso en total 161 kg, y dimensiones 813x399x214 mm

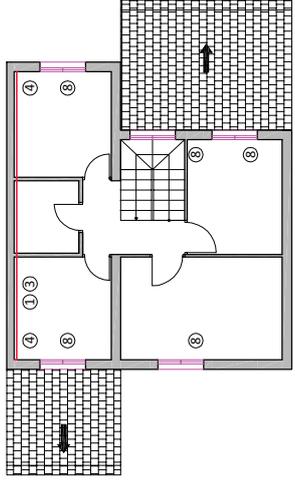


Nº	Simbolo	Componente del sistema
1		Generador fotovoltaico
2		Soportes a medida
3		Cabreado generador/regulador
4		Protección generadores
5		Regulador de carga
6		Cabreado regulador/baterías
7		Protección baterías
8		Conexión baterías en serie
9		Baterías
10		Cabreado inversor
11		Protección línea regulador/inversor
12		Inversor de carga CC/CAC
13		Interruptor general de maniobra
14		Contador individual
15		Derivación individual protección
16		Caja de mando y protección
17		Fusibles
18		Punto de luz
19		Interruptor
20		Bancada para baterías
21		Ventilación de local
22		Renovación de aire local

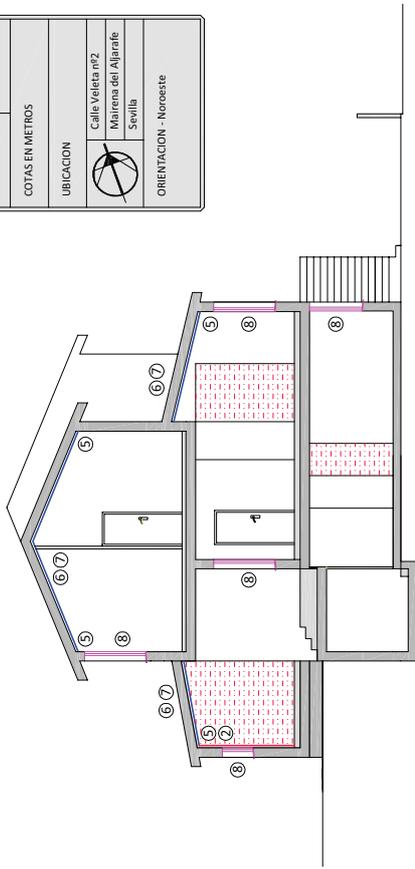
PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

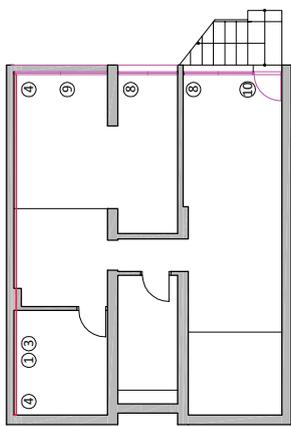


SECCIÓN EE'

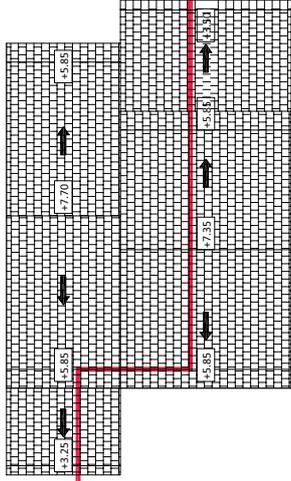


ESCALA	1 / 100
COTAS EN METROS	
UBICACION	Calle Veleta nº2 Mairena del Aljarafe Sevilla
ORIENTACION	Noroeste

PLANTA BAJA



SECCION EE'

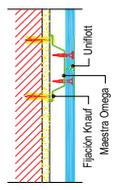


En estos planos se representan de forma esquemática los elementos afectados por la intervención, en los que la intervención en la zona inferior del formato se ilustran detalles pertenecientes a las intervenciones ya mencionadas.

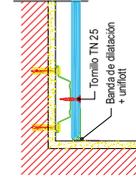
Elemento	Color
Trasdosado W622	[Red line]
Techo fijo D154	[Blue line]
Carpinterías	[Green line]

DETALLE DE TRASDOSADO Y TECHO FIJO

W622

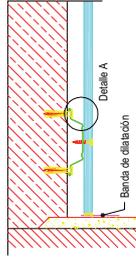


3 W622-B1 Junta vertical

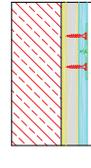
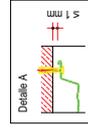


4 W622-A1 Encuentro con muro

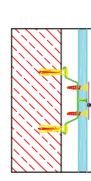
D154



5 D154-A1 Encuentro con muro

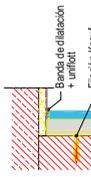


7 D154-S02 Junta longitudinal



6 D154-S01 Junta transversal

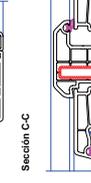
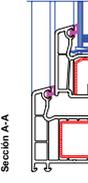
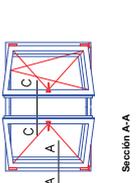
2 W622-V01 Encuentro con techo



Detalles sin escala

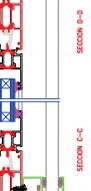
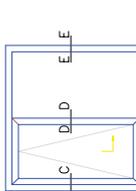
DETALLES DE CARPINTERIAS

3 VENTANA PRACTICABLE



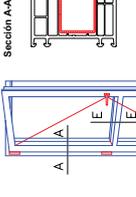
Sección A-A
Sección C-C

3 PUERTA OSCILO PARALELA



Sección C-C
Sección E-E

3 PUERTA PRACTICABLE



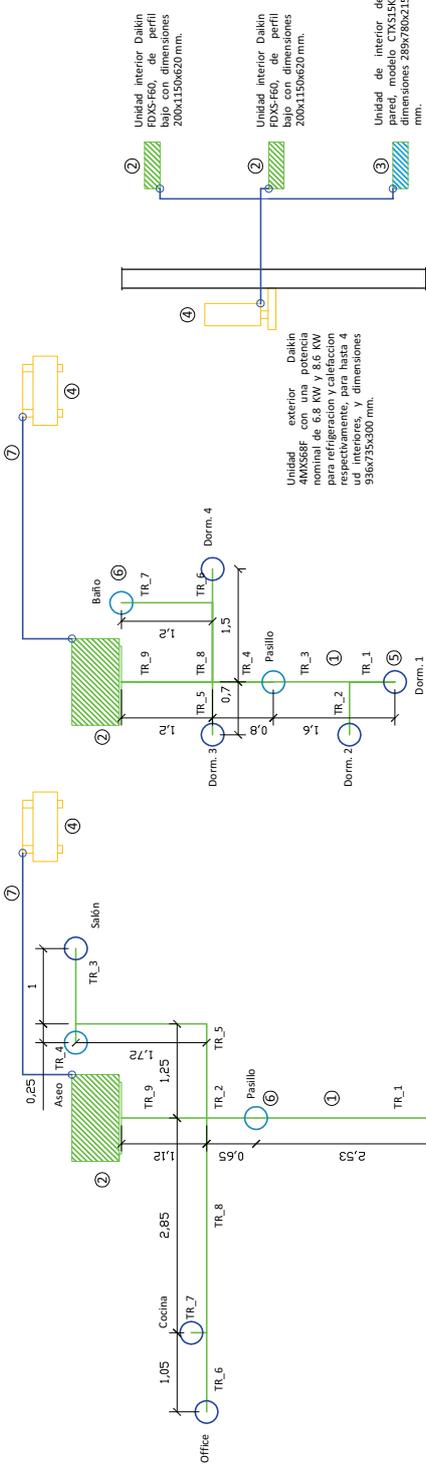
Sección A-A
Sección D-D

Detalles sin escala

ESQUEMA DE CLIMATIZACION

ESCALA	1 / 50
COTAS EN METROS	
UBICACION	
Calle Veleña nº2 Materia del Aljarafe Sevilla	
ORIENTACION - Noroeste	

Nº	Simbolo	Componente del sistema
1	—	Conducto A.A
2	▨	Ud. interior FDXS-F60
3	▨	Ud. interior CTX515K
4	▨	Ud. exterior A.A
5	○	Rejillas de impulsión
6	○	Difusores
7	○	Circuito refrigerantes



Unidad exterior Daikin AMSS8F con potencia nominal de 6.8 KW y 8.6 KW para refrigeración y calefacción respectivamente, para hasta 4 ud interiores, y dimensiones 396x735x300 mm.

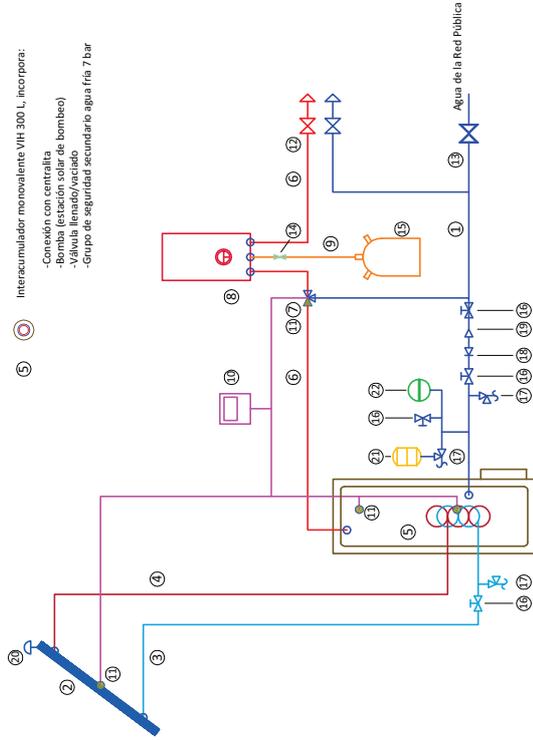
Unidad interior Daikin FDXS-F60, de perfil bajo con dimensiones 200x1150x620 mm.

Unidad interior Daikin FDXS-F60, de perfil bajo con dimensiones 200x1150x620 mm.

Unidad de interior de pared, modelo CTX515K, dimensiones 289x786x215 mm.

ESQUEMA DE ACS

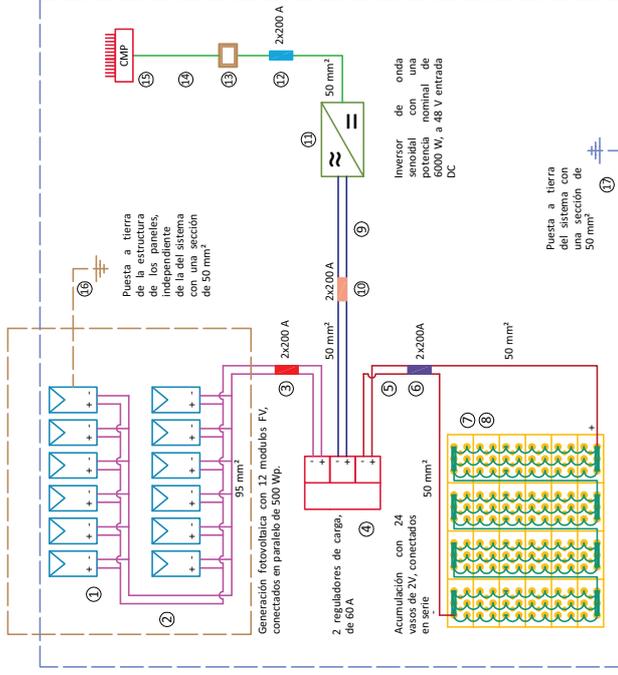
Nº	Simbolo	Componente del sistema
1	—	Distribuidor principal
2	▨	Capacitores sobrees
3	▨	Vallant VTK 145 V
4	▨	Circuito primario frio
5	▨	Circuito primario caliente
6	▨	Interconmutador monovalente VH 300 L
7	▨	Distribuidor principal ACS
8	▨	Sensor de temperatura
9	▨	Alimentación auxiliar convencional WTD11
10	▨	Alimentación auxiliar de gas butano
11	▨	Centralita de control
12	▨	Centralita de control
13	▨	Llave de corte
14	▨	Llave de corte general
15	▨	Llave de paso
16	▨	Bombona de gas butano
17	▨	Llave de llenado/vaciado
18	▨	Válvula de seguridad
19	▨	Válvula de retención
20	▨	Válvula de reducción
21	▨	Purgador en capacitores
22	▨	Dispositivo de recogida fluido calportador
23	▨	Vaso de expansión



5 Interconmutador monovalente VH 300 L, incorpora:
 - Conexión con centralita
 - Bomba (estación solar de bombeo)
 - Grupo de seguridad secundario agua fría 7 bar

ESQUEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA

Nº	Simbolo	Componente del sistema
1	▨	Generador fotovoltaico
2	▨	Cableado generador/regulador
3	▨	Protección generadores
4	▨	Regulador de carga
5	▨	Capacitor regulador/baterías
6	▨	Protección en serie baterías
7	▨	Conexión en serie baterías
8	▨	Cableado regulador/inversor
9	▨	Protección línea regulador/inversor
10	▨	Inversor de carga CC/AC
11	▨	Interruptor general de maniobra
12	▨	Contador individual
13	▨	Derivación individual
14	▨	Caja de mando y protección
15	▨	Puesta a tierra estructura
16	▨	Puesta a tierra sistema



Puesta a tierra de los paneles, independiente de la del sistema con una sección de 50 mm²

Generación fotovoltaica con 12 módulos PV, conectados en paralelo de 500 Wp.

2 reguladores de carga, de 24 A

Acumulación con 24 vasos de 2V, conectados en serie

Inversor de onda pura, potencia nominal de 6000 W, a 48 V entrada DC

Puesta a tierra del sistema con una sección de 50 mm²