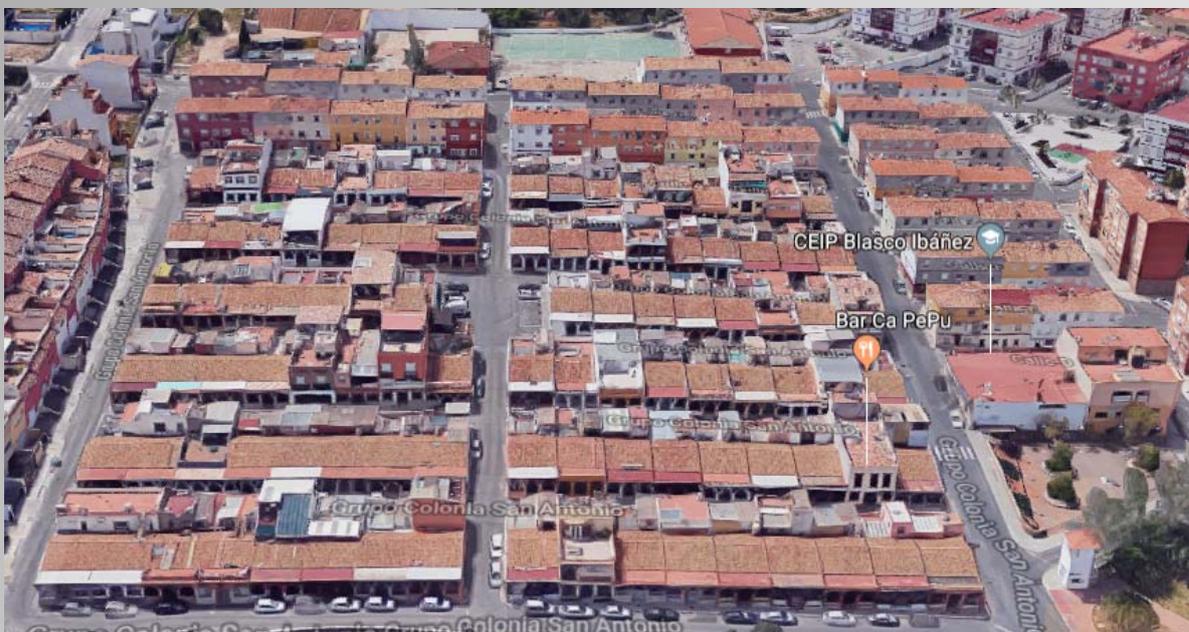


**CARACTERIZACIÓN Y DIAGNOSIS DEL  
ESTADO DE LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL EN  
BARRIOS VULNERABLES DE LA VALL D'UIXÓ  
PROPUESTA DE MEJORA**



*COLONIA SAN ANTONIO*

**Autora: Zuriñe Vilar Perales**  
**Tutora: María José Ruá Aguilar**





Quiero dar mi agradecimiento a mi tutora M<sup>ª</sup> José, por su dedicación, su ayuda y sobre todo su paciencia, siempre me lo ha puesto fácil para seguir adelante con el trabajo final de grado en cada momento que he decidido continuar en él. Gracias por todo.

A mi familia, por estar siempre ahí, apoyarme y ayudarme en todos los momentos de mi vida, con una familia así da gusto. Gracias a tod@s, sin vosotr@s no sería quién soy y no habría llegado donde estoy.

A mis amigas de la universidad a las que no olvidaré por todos esos momentos juntas, sin vosotras no habría sido lo mismo la universidad. Gracias “chicas on fire”.

Gracias a tod@s los que me han dedicado ánimo y apoyo durante la realización de mi trabajo final de carrera.

Sin todos vosotros no estaría este proyecto acabado y presentado.

Ah! Y gracias a mis dos gatitas Misi y Aria por estar a mi lado y hacerme compañía durante todo este largo tiempo, habéis sido mi mayor apoyo moral.



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>EL MUNICIPIO</b> .....	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>BARRIO OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	<b>19</b>
	5.1. Planeamiento urbanístico .....	21
	5.1.1. TIPOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE LOS BARRIOS CONSIDERADOS .....	22
<b>6.</b>	<b>SELECCIÓN DE EDIFICIOS REPRESENTATIVOS</b> .....	<b>24</b>
	6.1. Soluciones constructivas .....	29
<b>7.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LOS EDIFICIOS</b> .....	<b>35</b>
	7.1. Simulación del comportamiento energético de los edificios en su estado original	37
<b>8.</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORA</b> .....	<b>38</b>
	8.1. SOLUCIONES GENERALES PARA MEJORA de la envolvente .....	38
	8.1.1. Soluciones de mejora de la fachada .....	38
	8.1.2. Soluciones de mejora de la cubierta .....	39
	8.1.3. Soluciones de mejora de las carpinterías .....	40
	8.2. Mejora de las instalaciones .....	41
	8.2.1. Soluciones de mejora de la instalación de ACS, calefacción y refrigeración	41
	8.3. VALORACIÓN MULTICRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA ..	42
	8.3.1. Soluciones de mejora de fachadas .....	44
	8.3.2. Soluciones de mejora de cubiertas .....	48
	8.3.3. Soluciones de mejora de carpintería .....	51
	8.3.4. INSTALACIONES .....	55
	8.4. RESUMEN DE LA SELECCIÓN INTEGRAL ÓPTIMA .....	62
	8.4.1. FACHADA SATE .....	62
	8.4.2. CUBIERTA AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR .....	64
	8.4.3. SUSTITUCIÓN A CARPINTERÍA DE PVC .....	67
	8.4.4. INSTALACIONES ACS, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN .....	70
<b>9.</b>	<b>COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO CON LAS REFORMAS</b> .....	<b>73</b>

9.1. vivienda tipo A.....	73
9.2. vivienda tipo B.....	73
<b>10. ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>74</b>
10.1. VIVIENDAS TIPO A.....	78
10.2. VIVIENDAS TIPO B .....	81
<b>11. CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>12. REFERENCIAS .....</b>	<b>86</b>
<b>13. ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA.....</b>	<b>89</b>
<b>14. ANEXO 2. INFORMES EFICIENCIA ENERGÉTICA, MEDIANTE EL PROGRAMA CE3X100</b>	
<b>15. ANEXO 3. INFORME DEL CALCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR.....</b>	<b>123</b>
<b>16. ANEXO 4. TABLA DE CALCULO DEL MÉTODO DE COSTE ÓPTIMO .....</b>	<b>144</b>
<b>17. ANEXO 5. DOCUMENTACIÓN DE LA OPINIÓN DE LOS EXPERTOS .....</b>	<b>159</b>





## 1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del Proyecto es realizar un diagnóstico de la edificación en barrios vulnerables de la Vall d'Uixò con el fin de servir de apoyo a la redacción de planes de inclusión social y de posibles planes de rehabilitación de vivienda a futuro. Se valorará su estado general de conservación, así como su comportamiento energético.

Como objetivos secundarios, se pueden citar los siguientes:

- Caracterizar las tipologías edificatorias de los barrios señalados como vulnerables
- Examinar las soluciones constructivas observadas en las zonas objeto de estudio
- Revisar el estado de conservación real de los edificios
- Analizar el comportamiento energético de las viviendas en su estado actual y proponer soluciones de rehabilitación energética, estimando las mejoras alcanzadas en el barrio.

## 2. METODOLOGÍA

La realización del presente TFG se lleva a cabo a partir de una búsqueda de información previa que permita caracterizar la edificación residencial de los barrios vulnerables, objeto de estudio. Para ello, se lleva a cabo las siguientes tareas, según el esquema de la Figura 1:

- Revisión bibliográfica sobre vulnerabilidad residencial.
- Análisis del municipio, características urbanísticas y demográficas. Selección del área de estudio.
- Revisión de la información de Catastro de los edificios en la zona de estudio.
- Clasificación de la edificación residencial según tipología constructiva y años de construcción.
- Toma de datos in situ de una muestra representativa.
- Diagnóstico edificatorio en base su eficiencia energética.
- Propuestas de mejora. Selección de la solución óptima.
- Análisis económico de la propuesta seleccionada.

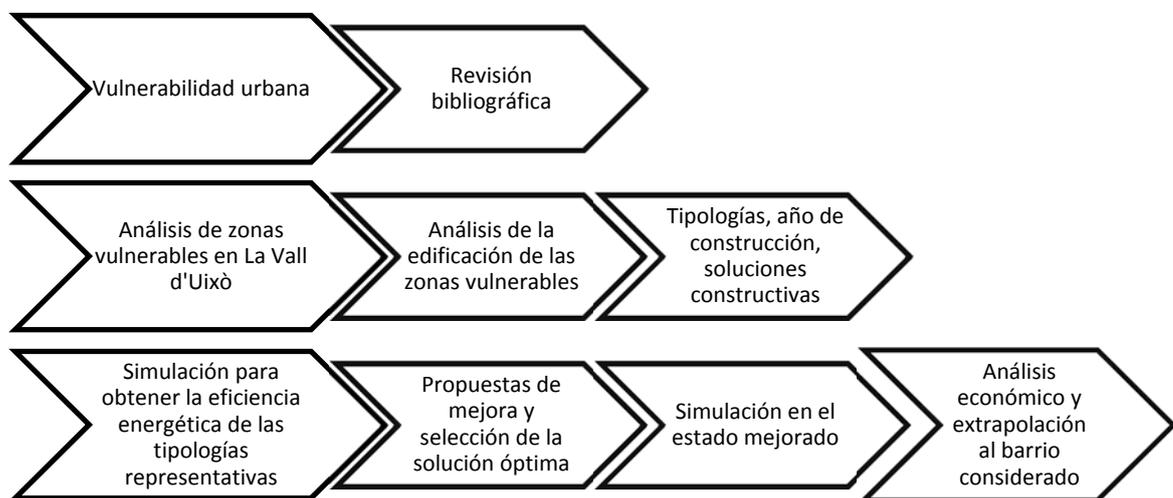


Figura 1. Esquema diagrama flujo metodología

### 3. ANTECEDENTES

Uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, para el año 2030, se centra en los entornos urbanos (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>), en concreto el objetivo 11. El ODS11 sobre Ciudades y Comunidades Sostenibles tiene como objetivo "hacer las ciudades inclusivas, seguras, resistentes y sostenibles". La mayoría de las ciudades europeas se enfrentan a entornos urbanos consolidados donde el patrón urbano existente y los edificios requieren regeneración, en lugar de los modelos de expansión de la vieja ciudad. Los edificios y el urbanismo son en su mayoría viejos, y responden a los diseños y estándares de calidad obsoletos. Por otro lado, el cambio climático y la recesión económica hacen necesario centrarse más en modelos urbanos sostenibles y habitables, cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. La mayoría de los entornos urbanos existentes enfrentan muchas limitaciones y es necesario llegar a una solución de compromiso entre los criterios ambientales, económicos y sociales para ayudar al municipio, a las partes interesadas y a los ciudadanos en el proceso de toma de decisiones.

Después de años de expansión y construcción de obra nueva en España, la regeneración urbana y la rehabilitación de edificios se perfilan como nuevos objetivos en el sector de la construcción. Sin embargo, la escasez de fondos económicos para estos fines, obliga a priorizar áreas de intervención en las ciudades consolidadas. Por ello, se define el concepto de Áreas vulnerables.

En el ámbito de la Comunidad Valenciana, la Ley 1/2019, de 5 de febrero, de modificación de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana, publicada en el BOE de 28 de febrero de 2019, indica en su artículo 7, apartado 2b, lo siguiente: *Con el fin de procurar un desarrollo territorial y urbanístico sostenible y que incorpore la perspectiva de género, la planificación territorial y urbanística... b) **Debe impulsar la rehabilitación edificatoria, y también la regeneración y la renovación urbanas, de forma preferente a los espacios urbanos vulnerables, entendiendo como tales aquellas áreas urbanas que sufran procesos de abandono, obsolescencia o degradación del tejido urbano o del patrimonio edificado, o lugares donde un porcentaje mayoritario de la población residente se encuentre en riesgo de exclusión por razones de desempleo, insuficiencia de ingresos, edad, discapacidad u otros factores de vulnerabilidad social, así como los conjuntos históricos.***»

La Organización de las Naciones Unidas (2004), a través de su Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, define “vulnerabilidad” como: *un estado de elevada exposición a determinados riesgos e incertidumbres, combinado con una capacidad disminuida para protegerse o defenderse de ellos y hacer frente a sus consecuencias negativas. La vulnerabilidad existe en todos los niveles y dimensiones de la sociedad y es parte integrante de la condición humana, por lo que afecta tanto a cada persona, como a la Sociedad en su totalidad.*

A partir de esta definición, Alguacil (2011) determina que la vulnerabilidad urbana está apoyada en dos conceptos trascendentales e íntimamente relacionados: exclusión social y exclusión residencial.

Se entiende exclusión social como aquel proceso de malestar producido por la combinación de múltiples dimensiones de desventaja en el que toda esperanza de movilidad social ascendente, de superación de la condición social de exclusión o próxima a ella, es contemplada como extremadamente difícil de alcanzar. La acompaña una percepción de inseguridad y de miedo a la posibilidad de movilidad social descendente, de empeoramiento de las condiciones de vida actuales (Alguacil, 2006).

La exclusión residencial puede definirse como un proceso complejo y en continua evolución, que implica la incapacidad estructural de algunos grupos e individuos para resolver sus necesidades de alojamiento (Antón, Cortés, Martínez y Navarrete, 2008).

Termes (2014) define “monovulnerabilidad” como la que se da en áreas donde sólo se identifica un tipo de vulnerabilidad, sea social, económica o residencial. Por otro lado, “polivulnerabilidad” se dará en áreas en las que sea posible identificar dos de los tres tipos. Por último, se dará “vulnerabilidad integral” cuando coexistan los tres tipos referenciados. Estas se materializarán en la obsolescencia urbana, la escasez de las inversiones, las altas tasas de desempleo, los claros síntomas de marginación social, así como una situación de precariedad general.

El concepto de vulnerabilidad está asociado al de exclusión social. A su vez, la exclusión social presenta una relación directa con la exclusión residencial, aspecto tratado en este TFG. Por ello, conviene recordar que el Gobierno aprobó en diciembre de 2013, el Plan Nacional de Acción Para

la Inclusión Social 2013-2016, que consiste en una recopilación de medidas que integran las políticas contra la pobreza y la exclusión social que desarrollan las Administraciones estatal y autonómicas en España. Este Plan tiene su continuidad gracias al trabajo de la Red de Inclusión Social ([www.redinclusion-social.es](http://www.redinclusion-social.es)), que cuenta con el apoyo del Fondo Social Europeo.

El plan se dividía en tres ejes. El primero de ellos estaba relacionado con medidas relacionadas con el empleo, el segundo incluía temas de prestaciones económicas para los más vulnerables, como las pensiones no contributivas. El tercer eje es el que parcialmente se relaciona con este trabajo y que se encarga de los servicios básicos enfocados a la población más desfavorecida, en materia de educación y salud, así como de vivienda.

En lo referente a la vivienda, tema en el que se centra el presente trabajo, en su objetivo estratégico 3, el Plan de Inclusión Social, hacía referencia a distintos aspectos relacionados con el acceso a la vivienda de la población. Además de otras medidas para favorecer el acceso a la vivienda de población de bajos recursos económicos, recogía, en su objetivo operativo número 22, la necesidad de actuar en barrios y viviendas que no cumplieran con las condiciones mínimas de seguridad, salubridad y habitabilidad. Se describían así 7 actuaciones a llevar a cabo en materia de vivienda (actuaciones de 156 a 162).

En la Tabla 1 se puede ver la definición de las actuaciones relacionadas con el objetivo de este Trabajo Final de Grado:

#### ACTUACIÓN

- 157 Subvencionar al amparo del “Programa para el fomento de las ciudades sostenibles y competitivas”, proyectos destinados a la mejora de barrios, centros y cascos históricos y renovación de áreas para sustitución de infraviviendas.
- 160 Financiar, mediante la concesión de subvenciones, determinadas obras y trabajos de mantenimiento e intervención en las instalaciones fijas y equipamiento propio de los edificios destinados a mejorar la eficiencia energética como medida de lucha contra la pobreza energética.
- 161 Fomentar el conocimiento de la ubicación geográfica de las zonas socialmente desfavorecidas a lo largo del territorio español mediante la elaboración de un mapa de barrios vulnerables con problemática social.

Tabla 1. Actuaciones del Plan Nacional de Acción Para la Inclusión Social 2013-2016 en materia de vivienda

El Plan Valenciano de Inclusión Social 2017-2022, de la Dirección General de Inclusión Social Secretaria Autónoma de Inclusión y de la Agencia Valenciana de la Igualdad Vicepresidencia y Conselleria de Igualdad y Políticas Inclusivas, recoge también los aspectos referenciados en el Plan Nacional, en su línea estratégica 3.4 referente a vivienda.

En el estudio de áreas vulnerables destaca el trabajo de R. Méndez, L.D. Abad, C. Echaves, investigadores del Instituto de Economía, Geografía y Demografía del CSIC, que en su *Atlas de la crisis. Impactos socioeconómicos y territorios vulnerables en España, 2015*, analizan los cambios provocados en el período 2007-2013, en España. El estudio desarrolla los *índices sintéticos de vulnerabilidad ante la crisis*, mediante el análisis de numerosos indicadores económicos, sociales, demográficos e inmobiliarios. Así, recopila 15 indicadores para cada provincia y 8 indicadores para los municipios urbanos con más de 20.000 habitantes reflejan una distribución asimétrica de las consecuencias de la crisis. La Comunidad Valenciana se clasifica dentro de las provincias con menor resistencia a la crisis y en lo referente al mayor índice de vulnerabilidad por municipios, de acuerdo a este estudio, se atribuye a la población de la Vall d’Uixò, donde se localiza el caso de estudio en este TFG, un elevado índice de vulnerabilidad, tal y como se ve en la imagen de la citada publicación.

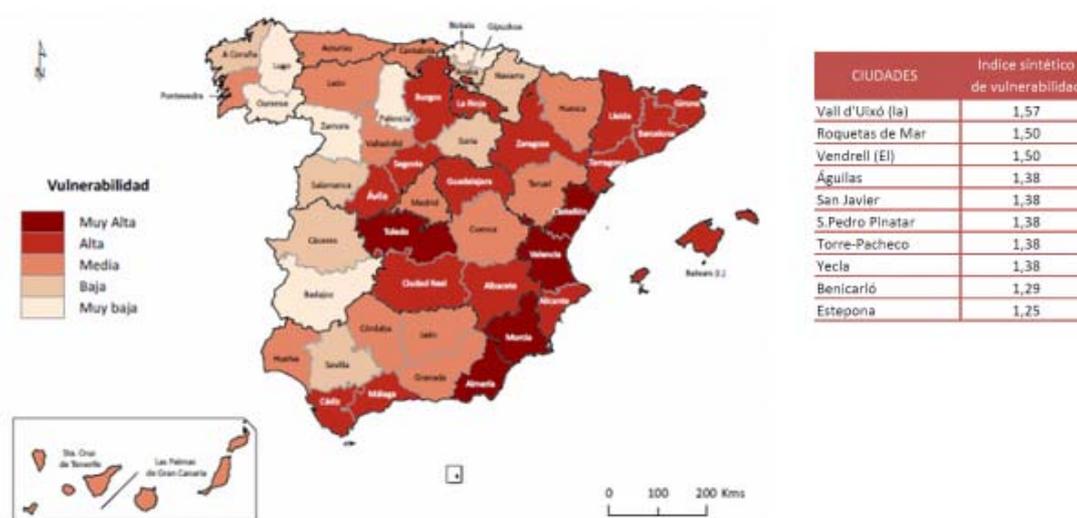


Figura 2. Índice de vulnerabilidad de la Vall d’Uixò. Fuente: R. Méndez, L.D. Abad, C. Echaves, en su Atlas de la crisis. Impactos socioeconómicos y territorios vulnerables en España, 2015

En este contexto, los barrios incluidos como caso de estudio en este Trabajo Final de Grado (TFG), se perfilan como los barrios dentro del municipio de la Vall d’Uixò que serían foco de acción de los Planes de Inclusión Social. En este caso, se hace necesario el trabajo multidisciplinar, donde no

sólo se tenga en consideración los aspectos sociológicos y económicos, sino también aspectos de índole técnica relacionados con el estado de las edificaciones de estas zonas, donde se detecta lo que Termes denominó “vulnerabilidad integral”. Se hace necesario, por tanto, un análisis técnico del parque edificatorio de los barrios considerados en el estudio, lo cual constituye el principal objeto de este trabajo.

La Generalitat Valenciana, recientemente ha creado un visor cartográfico en un sistema de información geográfica (VEUS). Esta herramienta tiene un campo de aplicación relacionado con vivienda y permite seleccionar cualquier municipio de la Comunidad Valenciana. Al buscar el parámetro vulnerabilidad residencial en el municipio de la Vall d’Uixò, esta es la información que proporciona el visor. De acuerdo a esta herramienta se detectan dos zonas en el municipio con vulnerabilidad, en concreto confluyen vulnerabilidad sociodemográfica y socioeconómica. La zona objeto de estudio está contenida en el área señalada por el visor como polivulnerabilidad, como se observa en la figura 3.

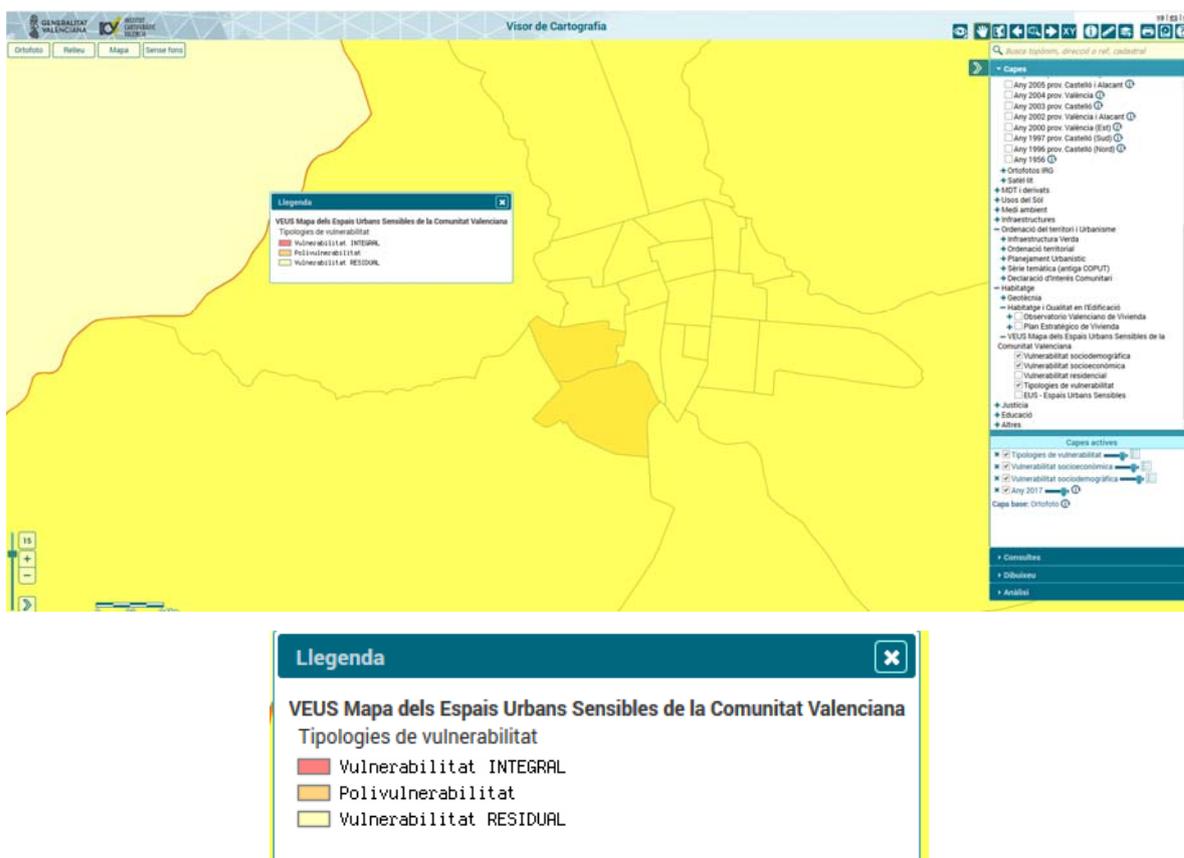


Figura 3. Tipologías de vulnerabilidad de la Vall d’Uixò. Fuente: visor cartográfico Generalitat Valenciana (<https://visor.gva.es/visor/>)

## 4. EL MUNICIPIO

El municipio de la Vall d'Uixò pertenece a la provincia de Castellón de la Comunidad Valenciana, en España. Está situado en el sureste de la provincia, el municipio tiene una extensión de 67,10 Km<sup>2</sup>.



Figura 4. Ubicación de la provincia de Castellón y de la Vall d'Uixò (Fuente: Wikipedia)

Este pueblo ha sido habitado desde la prehistoria, puesto que tiene una buena localización, al tener la Sierra de Espadán como protección y gozar de buen clima. Los primeros habitantes fueron en las famosas Cuevas de San José en el Paleolítico hace más de 18.000 años, desde entonces pasaron diferentes pueblos los del neolítico, la edad de bronce, los íberos, los romanos, los moriscos, los cristianos y hasta la actualidad. Desde hace muchos años la mayor parte de la población se dedicaba a la agricultura.

El nombre de Vall d'Uixò viene de estar situado en un valle y de que en la Edad Media las villas que había las controlaba el castillo d'Uixó.

Datos de 2018 del INE indican que la población cuenta con 32.552 habitantes. La evolución demográfica de este municipio desde que se tienen datos concretos son del año 1857 cuando había 7.229 habitantes y desde entonces ha ido aumentando hasta 2010 con 32.983 habitantes, desde ese año el número de habitantes ha ido disminuyendo, debido a la fuerte crisis económica de España, tal y como se muestra en la Tabla 2.

**Evolución de la población desde 1900 hasta 2017**

<b>Año</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
<b>2017</b>	15.670	16.063	31.733
<b>2016</b>	15.756	16.063	31.819
<b>2015</b>	15.703	15.968	31.671
<b>2014</b>	15.788	16.040	31.828
<b>2013</b>	15.994	16.208	32.202
<b>2012</b>	16.279	16.503	32.782
<b>2011</b>	16.315	16.549	32.864
<b>2010</b>	16.352	16.631	32.983
<b>2009</b>	16.365	16.559	32.924
<b>2008</b>	16.279	16.338	32.617
<b>2007</b>	15.970	16.008	31.978
<b>2006</b>	15.792	15.761	31.553
<b>2005</b>	15.568	15.497	31.065
<b>2004</b>	15.306	15.304	30.610
<b>2003</b>	15.206	15.217	30.423
<b>2002</b>	14.927	14.944	29.871
<b>2001</b>	14.636	14.768	29.404
<b>2000</b>	14.504	14.648	29.152
<b>1999</b>	14.371	14.602	28.973
<b>1998</b>	14.306	14.517	28.823
<b>1996</b>	13.971	14.311	28.282
<b>1995</b>	14.590	14.595	29.185
<b>1994</b>	14.550	14.545	29.095

1993	14.336	14.351	28.687
1992	14.080	14.234	28.314
1991	13.846	13.991	27.837
1990	14.208	14.199	28.407
1989	14.047	14.056	28.103
1988	13.924	13.929	27.853
1987	13.777	13.788	27.565
1986	13.664	13.720	27.384
1981	0	0	26.145
1970	0	0	24.105
1960	0	0	18.596
1950	0	0	11.712
1940	0	0	9.630
1930	0	0	9.216
1920	0	0	8.807
1910	0	0	8.856
1900	0	0	8.643

Tabla 2. Evolución demográfica en la Vall d'Uxò (Fuente: <https://www.foro-ciudad.com/castellon/la-vall-duixo/habitantes.html>)

La actividad financiera ha sido en gran parte durante mucho tiempo la agricultura y en segundo plano de la artesanía de la alpargatería y la alfarería. Hasta 1882 cuando la alpargatería evolucionó y se industrializó convirtiéndose al sector del calzado.

## 5. BARRIO OBJETO DE ESTUDIO

El barrio objeto de estudio del presente TFG comprende un área urbana, localizada geográficamente al oeste del municipio. Siendo la Colonia de San Antonio, esta zona que se va a estudiar es donde se comprende la mayor parte de la población con los niveles de pobreza más altos.

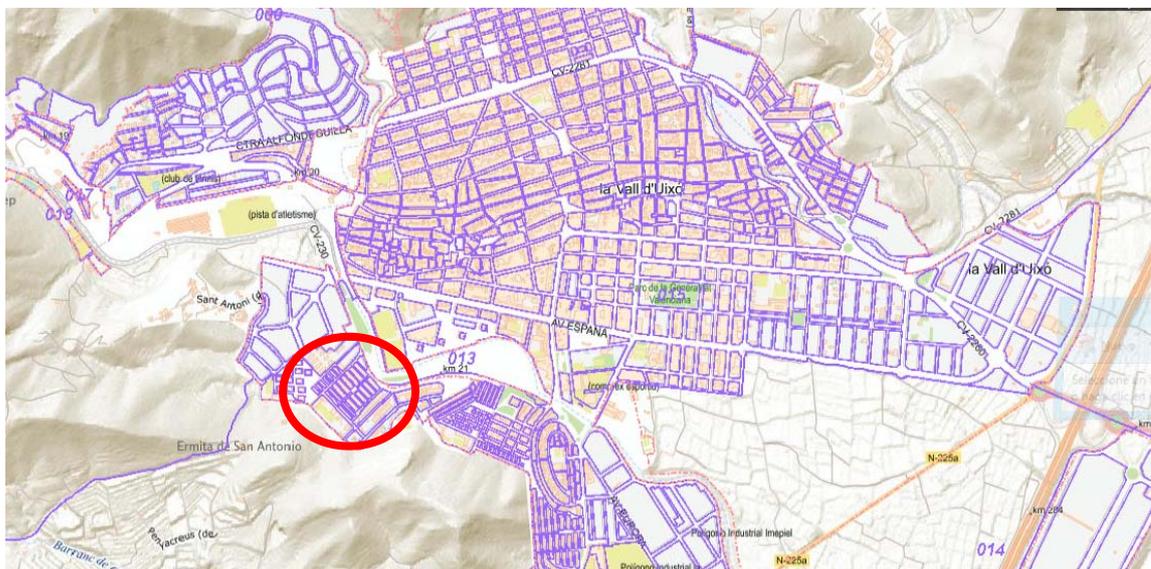


Figura 5. Recorte del Plano de la Sede de Catastro, señalando la Colonia de San Antonio (Fuente: <https://www1.sedecatastro.gob.es>)

En la Vall d'Uixó hubo una empresa familiar de calzado, Segarra, que empezó a trabajar para el ejército y se convirtió en la empresa puntera del municipio, atrajo a mucha población, ya que se necesitaba mano de obra no cualificada. Con esto también entró en auge el sector de la construcción, ya que todos estos trabajadores tenían que vivir en algún lugar y de aquí viene la Colonia de San Antonio, que son el grupo de casa y bloques de viviendas (estos bloques de viviendas se llaman la urbanización Segarra) que se van a estudiar en este TFG.

El barrio objeto de estudio se denomina Colonia de San Antonio y estuvo poblado mayoritariamente por trabajadores de Segarra hasta 1991, momento en el que cerró la empresa por la crisis financiera de los 90 años. Esto produjo que gran parte de la población de la Vall d'Uixó se quedara sin trabajo y ha ido llevando al linde de la pobreza a muchos de las familias que trabajaban allí, ya que era personal no cualificado y por ello les resulta más difícil volver al mundo laboral. Por estas causas esta parte de la población se encuentra en el linde de la pobreza, ya que no tienen medios para poder salir adelante y prosperar.



Figura 6. Imágenes de la antigua fábrica Segarra (Fuente: <http://segarra.es/historia-desde-1882/>)

## 5.1. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

La zona a estudio de la Colonia San Antonio tiene la clasificación de suelo urbano según el (Ayuntamiento de Vall d’Uixó, PGOU número 36 aprobada el 29 de julio de 2015 y publicada en el BOP agosto de 2015), último plan aprobado en este municipio. Toda la zona dispone de los servicios urbanísticos necesarios para la edificación (con las instalaciones e infraestructuras necesarias), puesto que todas las parcelas tienen la designación de solar. Los servicios mínimos urbanísticos están regulados por la ley de suelo y por el planeamiento que se les aplique, según la Ley Urbanística Valenciana, 2006 y la PGOU nombra anteriormente.



Figura 7. Recorte del Plano de Clasificación de la Vall d’Uixó (Fuente: PGOU la Vall d’Uixó)

Los servicios urbanísticos mínimos según la Ley Urbanística Valenciana de todos los solares son los siguientes:

- a) Acceso rodado hasta ellas por vía pavimentada, debiendo estar abiertas al uso público, en condiciones adecuadas, todas las vías a las que den frente.
- b) Suministro de agua potable y energía eléctrica con caudales y potencia suficientes para la edificación prevista.
- c) Evacuación de aguas residuales a la red de alcantarillado.
- d) Acceso peatonal, encintado de aceras y alumbrado público, en al menos, una de las vías a que dé frente la parcela.

Las exigencias de los servicios urbanísticos según la LUV, deberán desarrollarse más ampliamente por el Reglamento de Planeamiento que sea de su aplicación, en este caso será el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana (TRLRDU).

### 5.1.1. TIPOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL DE LOS BARRIOS CONSIDERADOS

En la Colonia San Antonio destacan dos tipologías residenciales predominantes:

- TIPO A: Una parte de viviendas unifamiliares entremedianeras de una altura, exceptuando algún caso que se han reformado y tienen 2 alturas. Estas viviendas se construyeron en el año 1961 (Figura 8-izquierda).
- TIPO B: Viviendas en edificio plurifamiliar entremedianeras, de 3 alturas, con dos viviendas por planta, sin ascensor, estas construidas entre 1965 y 1972 (Figura 8-derecha).

Las viviendas se hallan agrupadas en dos zonas diferenciadas, tal y como muestra la figura 9. Dependiendo del bloque se encuentra mejor o peor estado de conservación, dado que, en algunos casos, ha habido mejoras o reformas respecto al estado original. A los efectos del presente trabajo se considera el estado de origen con el fin de analizar las viviendas más desfavorecidas, con toda probabilidad habitadas por personas con menores posibilidades económicas.



Figura 8. Vivienda unifamiliar tipo A (izquierda) y Bloque Plurifamiliar tipo B (derecha)

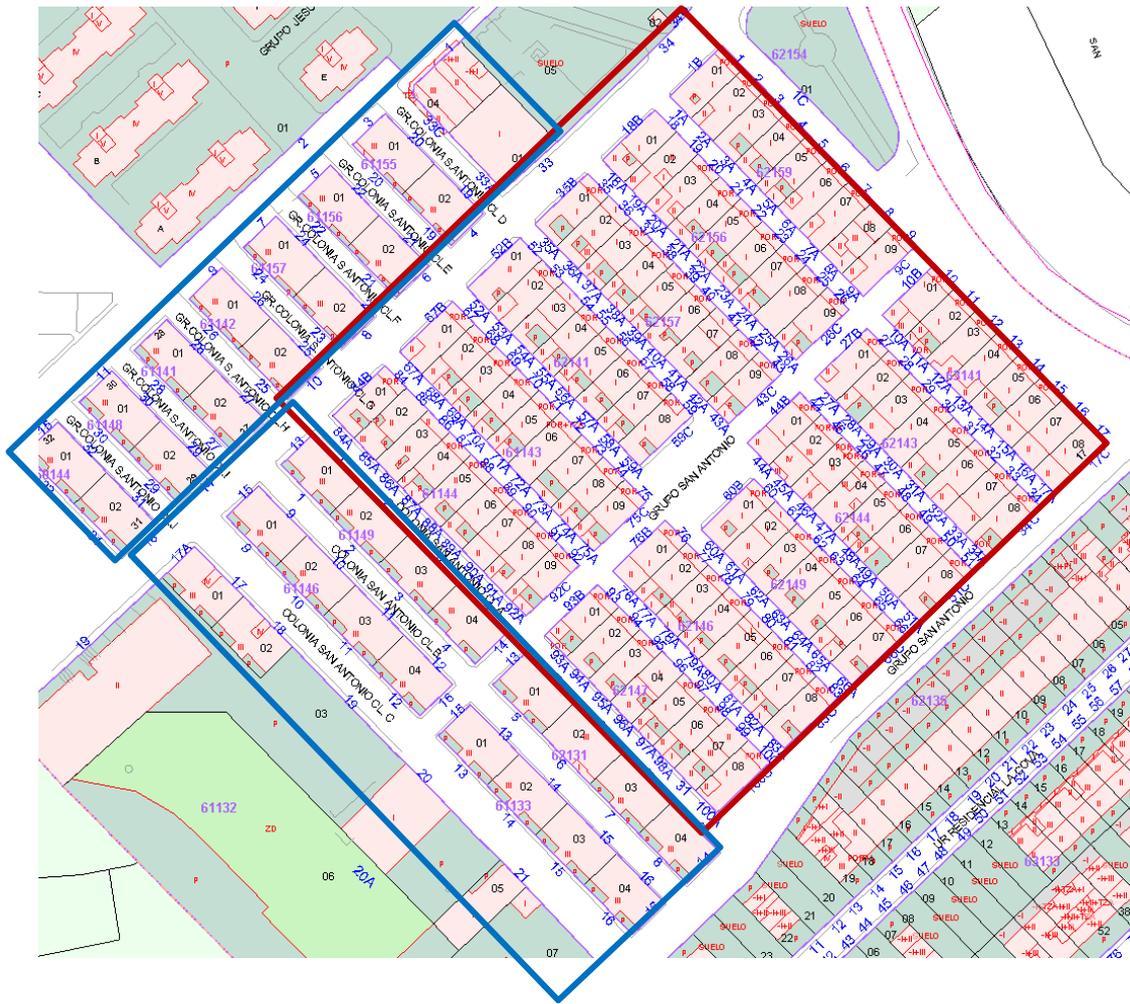


Figura 9. Emplazamiento de las viviendas tipo A (rojo) y viviendas tipo B (azul). (Fuente: oficina virtual del Catastro)

## 6. SELECCIÓN DE EDIFICIOS REPRESENTATIVOS

Las viviendas que se han denominado tipo A son viviendas unifamiliares, numeradas por Catastro entre la 1 y la 100 y conforman el grupo señalado en la Figura 10, en la zona central, con un cuadro rojo. En su mayor parte son viviendas en una planta, si bien algunas presentan 2 plantas, probablemente por ampliaciones posteriores. La Tabla 3 muestra el detalle de las viviendas tipo A:

TIPOLOGÍA A							
Número catastro	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Nº plantas	Año construcción	Número catastro	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Nº plantas	Año construcción
1	104	1	1961	51	100	1	1961
2	119	1	1961	52	207	2	1961
3	93	1	1961	53	125	1	1961
4	116	1	1961	54	132	1	1961
5	113	1	1961	55	114	1	1961
6	115	1	1961	56	105	1	1961
7	122	1	1961	57	130	1	1961
8	232	2	1961	58	114	1	1961
9	122	1	1961	59	103	1	1961
10	160	2	1961	60	100	1	1961
11	99	1	1961	61	165	2	1961
12	126	1	1961	62	101	1	1961
13	132	1	1961	63	97	1	1961
14	124	1	1961	64	101	1	1961
15	143	1	1961	65	121	1	1961
16	154	1	1961	66	98	1	1961
17	154	1	1961	67	121	1	1961

18	145	1	1961	68	117	1	1961
19	236	2	1961	69	106	1	1961
20	134	1	1961	70	110	1	1961
21	115	1	1961	71	112	1	1961
22	109	1	1961	72	214	2	1961
23	103	1	1961	73	104	1	1961
24	110	1	1961	74	112	1	1961
25	105	1	1961	75	109	1	1961
26	112	1	1961	76	143	1	1961
27	116	1	1961	77	113	1	1961
28	103	1	1961	78	107	1	1961
29	143	1	1961	79	114	1	1961
30	107	1	1961	80	175	1	1961
31	113	1	1961	81	114	1	1961
32	129	1	1961	82	114	1	1961
33	143	1	1961	83	98	1	1961
34	91	1	1961	84	98	1	1961
35	90	1	1961	85	249	2	1961
36	191	2	1961	86	316	3	1961
37	108	1	1961	87	105	1	1961
38	111	1	1961	88	183	2	1961
39	130	1	1961	89	119	1	1961
40	160	1	1961	90	143	1	1961
41	88	1	1961	91	113	1	1961

42	113	1	1961	92	106	1	1961
43	147	1	1961	93	100	1	1961
44	147	1	1961	94	96	1	1961
45	222	3	1961	95	96	1	1961
46	159	2	1961	96	163	2	1961
47	192	2	1961	97	106	1	1961
48	228	3	1961	98	114	1	1961
49	120	1	1961	99	232	3	1961
50	99	1	1961	100	119	1	1961

Tabla 3. Información de Catastro de los edificios de tipología A

Se analiza los datos obtenidos para seleccionar el edificio representativo. El análisis estadístico de los datos, arroja los siguientes valores:

Por superficies	Por año de construcción
56 viviendas entre 88 y 118 m <sup>2</sup>	100 viviendas de 1961
24 viviendas entre 119 y 149 m <sup>2</sup>	
7 viviendas entre 150 y 180 m <sup>2</sup>	
4 viviendas entre 181 y 211 m <sup>2</sup>	
6 viviendas entre 212 y 242 m <sup>2</sup>	
2 viviendas entre 243 y 273 m <sup>2</sup>	
0 viviendas entre 274 y 304 m <sup>2</sup>	
1 viviendas entre 305 y 335 m <sup>2</sup>	
Media: 122,36 m <sup>2</sup> ; moda: 114 m <sup>2</sup>	Moda: 1961

Tabla 4. Resumen de viviendas de tipología A por superficie

A la hora de seleccionar el edificio representativo del tipo A, se escoge el parámetro superficie, ya que la franja de años de construcción es la misma para todos, por ello, las soluciones constructivas son las mismas en todos los edificios. Respecto a la superficie se va a modelizar un edificio de 101 m<sup>2</sup>, comprendido en el rango de superficies con mayor representación.

Las viviendas que se han denominado tipo B son viviendas de planta baja y dos plantas altas, a dos viviendas por planta, con un total de 6 viviendas. Al sur aparecen en bloques de 4 edificios, que comprenden los números desde el 1 al 16. Los números 17 y 18, y todos los bloques al oeste, del 19 al 32, se presentan en grupos de dos edificios pareados.

TIPOLOGÍA B- ZONA SUR			TIPOLOGÍA B- ZONA OESTE		
Número catastro	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Año construcción	Número catastro	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Año construcción
1	69	1964	19	74	1971
2	68	1965	20	73	1970
3	69	1965	21	74	1971
4	68	1965	22	73	1971
5	69	1965	23	73	1971
6	67	1965	24	73	1971
7	69	1965	25	74	1972
8	69	1965	26	70	1972
9	69	1968	27	70	1972
10	68	1968	28	70	1972
11	69	1968	29	70	1972
12	68	1965	30	70	1972
13	68	1968	31	70	1972
14	69	1968	32	70	1972
37	69	1968			
38	69	1970			

39	71	1970			
40	71	1970			

Tabla 5. Información de Catastro para edificios de tipología A

Se analiza los datos obtenidos para seleccionar el edificio representativo. El análisis estadístico de los datos, arroja los siguientes valores:

Por superficies	Por año de construcción
6 viviendas de 67 m <sup>2</sup>	6 viviendas de 1964
30 viviendas de 68 m <sup>2</sup>	48 viviendas de 1965
60 viviendas de 69 m <sup>2</sup>	36 viviendas de 1968
42 viviendas de 70 m <sup>2</sup>	24 viviendas de 1970
12 viviendas de 71 m <sup>2</sup>	30 viviendas de 1971
24 viviendas de 73 m <sup>2</sup>	48 viviendas de 1972
18 viviendas de 74 m <sup>2</sup>	
Media: 70,09 m <sup>2</sup> ; moda: 69 m <sup>2</sup>	Moda: 1965 y 1972

Tabla 6. Resumen de viviendas de tipología B por superficie

A la hora de seleccionar el edificio representativo del tipo B, se escoge el parámetro superficie, ya que la franja de años de construcción es muy estrecha y se puede decir que, las soluciones constructivas son las mismas en todos los años. Respecto a la superficie se va a modelizar un edificio tipo, con viviendas de 70 m<sup>2</sup> de superficie, habiendo muy poca variación entre las superficies mínima y máxima detectadas (67-74 m<sup>2</sup>).

### 6.1. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

De acuerdo a los años de construcción (IVE, 2016), y a la observación realizada exteriormente de los edificios, se estiman los siguientes sistemas constructivos:

Vivienda Tipo A	Vivienda Tipo B
<b>CIMENTACIÓN</b>	
Cimentación de muros de carga para las medianeras y uno central para no superar unos vanos de 3 a 4 metros. Suponiendo que el terreno trabaja a 2,5 kg/m <sup>2</sup> .	Cimentación con zapatas aisladas/corridas con vanos que no superan de 3 a 4 metros. Suponiendo que el terreno trabaja a 2,5 kg/m <sup>2</sup> .
<b>ESTRUCTURA</b>	
Consta de muros de carga (las medianeras entre viviendas), con anchos de entre 3 y 4 m, en ellos apoya el forjado unidireccional de viguetas pretensadas de hormigón armado y entrevigado de bovedillas cerámicas. El suelo está formado de forjado sanitario, para aislar de la humedad del terreno.	Consta de pilares de hormigón armado, con anchos de entre 3 y 4 m, en ellos apoya el forjado unidireccional de viguetas pretensadas de hormigón armado y entrevigado de bovedillas cerámicas. El suelo es de forjado sanitario, para aislar de la humedad del terreno.
<b>FACHADA</b>	
La fachada principal y la trasera están compuestas de revestimiento exterior mortero mixto de cal y cemento, ladrillo hueco de 24x11x11.5 cm y enlucido de yeso.	Todas las fachadas están compuestas de revestimiento exterior mortero mixto de cal y cemento, ladrillo hueco de 24x11x11.5 cm y enlucido de yeso.
 <p style="text-align: center;">Fachada vivienda unifamiliar</p>	 <p style="text-align: center;">Fachada bloque plurifamiliar</p>

### CARPINTERÍAS

Carpintería de madera de hojas abatibles con vidrio sencillo. Los huecos de la fachada no tienen alfeizar, ya que están protegidos por el porche. Los que dan al patio interior de la vivienda tienen la misma carpintería y éstos disponen de alfeizar de cerámica.



Carpintería inicial

Carpintería de madera de hojas abatibles con vidrio sencillo, con el alfeizar de cerámica.



Carpintería inicial

### CUBIERTAS

Hay dos tipos de cubierta, la cubierta plana transitable “a la catalana” ventilada y cubierta inclinada fría con pendiente de tabiquillos palomeros sobre el forjado de la cubierta.



Cubierta plana

Cubierta inclinada fría con pendiente de tabiquillos palomeros sobre el forjado de la cubierta.



Cubierta inclinada

Para la evacuación de agua no disponen de canalones, directamente cae de las tejas de la cubierta.

Para la evacuación de agua no disponen de canalones, directamente cae de las tejas de la cubierta.



Sin recogida de aguas



Sin recogida de aguas

### PARTICIONES INTERIORES

Las estancias de la vivienda están divididas por tabiques de ladrillo hueco con espesor de 4 cm y enlucidas de yeso.

Las estancias de la vivienda están divididas por tabiques de ladrillo hueco con espesor de 4 cm y enlucidas de yeso. Las particiones entre viviendas y las zonas comunes están compuestas tabiques de medio pie de ladrillo tipo panel.

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Dotada de una potencia eléctrica de 3500W, con su toma de tierra para la protección de la instalación.

Dispone de contador individual situado en el porche de cada vivienda, interruptor general y fusibles situados al lado de la puerta principal.

Cada vivienda del bloque tiene contratada una potencia eléctrica de 3500W con su correspondiente toma de tierra. En el zaguán se encuentra el armario con la centralización de contadores.





Contador individual

También tiene su antena de radio y televisión individual, con sus correspondientes tomas en las estancias.



Antena individual

Centralización de contadores

También tiene su antena de radio y televisión colectiva, con sus correspondientes tomas en las estancias.



Antenas colectivas

**INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

Los lavabos y fregaderos disponen de sifón, todo se recoge en una misma bajante y va directamente a la red general de saneamiento.

Los lavabos y fregaderos disponen de sifón, se recoge en cada vivienda y van a la bajante general del edificio y de ahí a la red general de saneamiento.

**INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

Contador de agua individual, situado en el porche de la casa, directamente de la red de saneamiento se reparte en la vivienda, sin necesidad de bomba de presión.



Contador de agua individual

La instalación de ACS es de gas butano generalmente o sino con termo eléctrico.

En la vivienda tipo supondremos que tendrá termo eléctrico.

Contadores de agua centralizados en el zaguán del bloque, mediante una red se distribuye vivienda por vivienda, disponen de una bomba de presión para poder abastecer a todas las viviendas del bloque.



Centralización de contadores de agua

La instalación de ACS es de gas butano generalmente o sino con termo eléctrico individualmente en cada vivienda.

En la vivienda tipo supondremos que tendrá termo eléctrico.

**REVESTIMIENTOS**

El revestimiento de cada vivienda son diferentes unos con ladrillo cara vista, otros con mortero mixto de cal y cemento, con su capa de pintura, otros con baldosas cerámicas.

En la de objeto de estudio estará pintada sobre mortero mixto de cal y cemento. En el interior de la vivienda habrá mortero de yeso, salvo en la cocina y los baños que están alicatados con azulejos hasta una altura de 1.80 m.

El revestimiento de cada bloque son diferentes unos con mortero mixto de cal y cemento, con su capa de pintura, otros con baldosas cerámicas en la parte inferior del edificio a una altura de 1m.

En la de objeto de estudio estará pintada sobre mortero mixto de cal y cemento. En el interior de la vivienda habrá mortero de yeso, salvo en la cocina y los baños que están alicatados con azulejos hasta una altura de 1.80 m.

<b>ACABADOS</b>	
<p>Las ventanas de la fachada están protegidas con persianas enrollables de madera y al ser un bajo están protegidas por rejas. La carpintería es toda de marcos de madera y las puertas de doble tablero contrachapado. El pavimento es de baldosa hidráulica en la parte inferior, excepto en la cubierta plana y el patio interior que es de baldosín cerámico.</p>	<p>Las ventanas de la fachada están protegidas con persianas enrollables de madera y los bajos están protegidos por rejas. La carpintería es toda de marcos de madera y las puertas de doble tablero contrachapado. El pavimento es de baldosa hidráulica en la parte inferior, excepto en el patio interior que es de baldosín cerámico.</p>
 <p style="text-align: center;">Acabados</p>	 <p style="text-align: center;">Acabados</p>

Tabla 7. Estado actual de las viviendas

Estas soluciones son necesarias para poder simular los edificios con el fin de estimar su calificación energética, mediante el programa CE3X.

## 7. DIAGNÓSTICO DE LOS EDIFICIOS

Los edificios analizados presentan un estado de obsolescencia en general. Se trata de edificaciones de baja calidad constructiva y construidas bajo normativas de la construcción muy laxas e incluso inexistentes en el momento de su edificación, como es el caso de las normativas relativas a confort térmico. Se construyeron en un momento en el que la necesidad de vivienda, prevalecía frente a otros aspectos. Por ese motivo, este tipo de vivienda es el que prioritariamente debería ser sometido a rehabilitación energética, tal y como demuestran estudios de numerosos autores, como, por ejemplo, Escandón et al., 2016, que analizaron las tipologías de viviendas construidas entre 1950 y 1980, en el sur de España y concluyeron que presentaban una calificación energética muy baja, o también, Monzón y López Mesa, 2018, que desarrollaron un sistema de indicadores de rendimiento para detectar condiciones obsoletas de eficiencia energética, aislamiento acústico y accesibilidad en viviendas multifamiliares construidas en el período 1939-1979, a través de un estudio de caso de viviendas sociales en la ciudad de Zaragoza. Las autoras destacaban el interés especial de la Administración local por este tipo de viviendas, que se considera una de las tipologías de edificios importantes para la renovación energética en el sector de los edificios en la estrategia española a largo plazo.

La rehabilitación energética de los edificios implica una mejora a nivel de confort térmico, especialmente en viviendas donde se puede dar situaciones de pobreza energética con bastante probabilidad. La mejora de elementos de la envolvente, como las carpinterías, tendrá además como consecuencia mejora de la calidad acústica y, en general del estado de conservación de la envolvente. Otras mejoras podrían estar referidas a la accesibilidad, especialmente en las viviendas tipo B, que carecen de ascensor. Este último aspecto no es objeto del presente proyecto.

Las viviendas objeto de estudio son, por lo tanto, susceptibles de ser rehabilitadas, experimentando una gran mejora. Siguiendo la línea marcada por el informe de Evaluación del edificio, regulado en la Comunidad Valenciana por el Decreto 53/2018, de 27 de abril, del Consell, hay tres parámetros relevantes a la hora de diagnosticar el estado de un edificio susceptible de rehabilitación:

1. Estado de conservación
2. Eficiencia energética
3. Accesibilidad

Resumidamente, el diagnóstico en el caso de estudio para los tres parámetros mencionados es:

- El estado de conservación es muy mejorable, ya que, en general, los edificios no han sido mantenidos adecuadamente, lo cual se une a una baja calidad constructiva. La visita a la zona permite detectar aspectos a mejorar, como se puede observar en las imágenes contenidas en la Tabla del Apartado 7.
- El comportamiento energético será previsiblemente bajo, pese a encontrarse en una zona climática más bien benigna, clasificada como B3, de acuerdo a la norma CTE-HE1. No obstante, carece de cualquier tipo de aislamiento térmico, como se puede fácilmente deducir de su año de construcción, previo a la primera norma española que tenía en cuenta las condiciones térmicas de los edificios (antigua NBE-CT-79). Posteriormente se profundizará en este aspecto, mediante el uso de la herramienta oficial CE3X para simular el edificio en su estado origen y estimar su comportamiento energético. Para ello, tomaremos las viviendas representativas de los tipos A y B, por ejemplo, la vivienda nº 62 para el tipo A y el bloque de viviendas nº 28 para el tipo B.
- Los aspectos relacionados con la accesibilidad, son especialmente destacables en los edificios plurifamiliares, que carecen de ascensor. Se podría además detectar aspectos dimensionales, si bien el análisis de la accesibilidad no es objeto de este TFG.

### 7.1. SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EDIFICIOS EN SU ESTADO ORIGINAL

Tal y como se ha comentado, para estimar el comportamiento energético y evaluar su grado de eficiencia, se emplea la herramienta CE3X. La introducción en la herramienta de los parámetros relacionados con la zona climática, características constructivas e instalaciones del edificio, concluye en la obtención de una etiqueta de evaluación de la eficiencia energética y en la emisión de un informe, aportado en el Anexo 2 de este trabajo. En resumen, la Figura 10, muestra la etiqueta obtenida para la vivienda tipo A (Figura 10-izquierda) y para la vivienda tipo B (Figura 10-derecha):

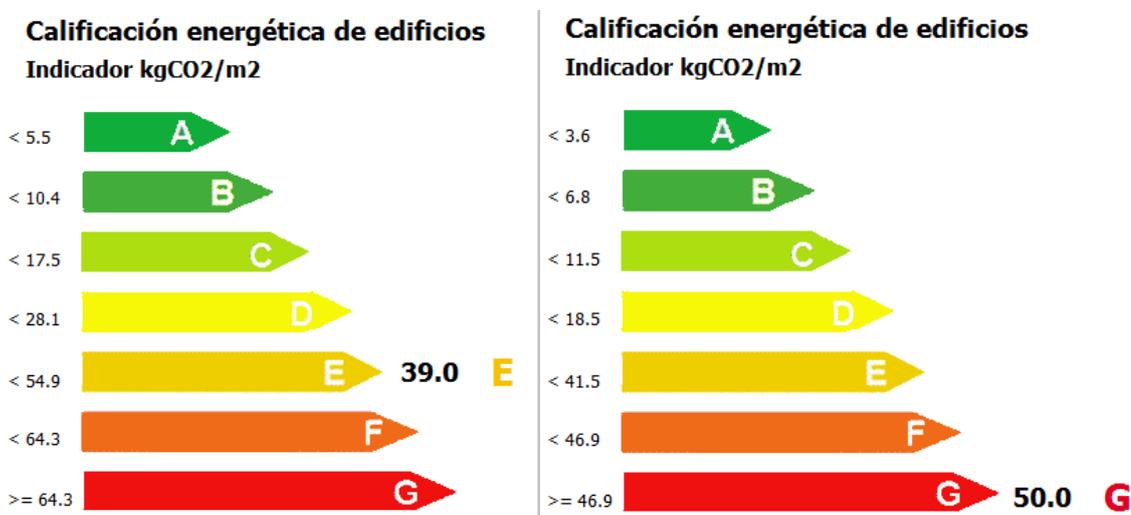


Figura 10. Calificación energética de la vivienda tipo A (izquierda) y tipo B (derecha), mediante programa CE3X

En el programa CE3X se ha detectado un error al introducir la localidad, puesto que al elegir la Vall d'Uixó automáticamente da la zona clima de C3, así que se ha tenido que elegir otro y poner la zona climática correcta B3, tal y como se indica en la normativa.

## 8. PROPUESTAS DE MEJORA

Las distintas propuestas de mejora pretenden reducir la demanda energética de la vivienda, además de la mejora de su etiqueta energética. Se trata de definir mejoras según las necesidades y posibilidades de cada vivienda, por lo que podría ser un proyecto de rehabilitación energética, teniendo en cuenta que estos edificios pertenecen a una parte de la población con un nivel económico bajo, se intentará proponer soluciones de bajo coste y a su vez eficientes. Las medidas propuestas a nivel de eficiencia energética inciden asimismo en la mejora de las condiciones de conservación, ya que se actúa sobre elementos de la envolvente e instalaciones.

### 8.1. SOLUCIONES GENERALES PARA MEJORA DE LA ENVOLVENTE

De manera general se puede hablar de varias soluciones que permiten mejorar la envolvente térmica, tanto a nivel de la fachada, paño ciego y huecos, como a nivel de la cubierta. A continuación, se describen las soluciones más comúnmente utilizadas en viviendas, descartando en una fase previa las soluciones que no se consideran aplicables al caso de estudio. La selección de la solución más adecuada entre las posibles se justifica en el apartado 9.3.

#### 8.1.1. Soluciones de mejora de la fachada

Atendiendo a la ubicación del aislamiento, en general, se puede hablar de tres grupos de soluciones para el **paño ciego de fachadas**:

**A. Por el exterior**

**B. Por el interior**

**C. En la cámara de aire**, cuando se dispone de ella.

El tipo de aislante, así como el resto de capas influirán, dependiendo de su naturaleza, espesor y forma de colocación. Otro aspecto a considerar será los puentes térmicos, que afectan negativamente a la transmitancia de la solución constructiva en su conjunto.

La opción de aislar las viviendas por la cámara de aire se rechaza para el caso de estudio, puesto que se estima que no existe en la solución constructiva de fachadas, reduciéndose las opciones a dos. Entre estas últimas, hay gran variedad de soluciones en el mercado. Para el caso de estudio, se analizarán 3 de las opciones más frecuentemente implementadas, dos de ellas por el exterior,

fachada ventilada y sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), y la tercera, añadiendo un trasdosado por el interior. La selección de la más adecuada se justifica en el apartado 8.3.1.

### **8.1.2. Soluciones de mejora de la cubierta**

Las cubiertas de las edificaciones son una parte muy importante de la envolvente, puesto que está expuestas a la radiación solar más tiempo que el resto de los cerramientos.

La elección depende del tipo de cubierta (plana, inclinada), su estado de conservación y de su capacidad resistente. En zonas de veranos cálidos, como es la zona Mediterránea, una cámara de aire entre el exterior y el interior del edificio es una solución adecuada. Atendiendo a la ubicación del aislamiento, tenemos dos grupos esenciales de soluciones para cubiertas, con diferentes ventajas:

#### **A. Por el exterior**

**A.1. PROYECCIÓN DE ESPUMA DE POLIURETANO (PUR) SOBRE CUBIERTA:** Sobre la cubierta se proyecta el PUR y luego se proyecta elastómero para proteger el aislamiento de las radiaciones ultravioletas y mejora la impermeabilización de la cubierta. Esta es la solución más sencilla y económica, válida solamente para las cubiertas inclinadas o no transitables.

**A.2. COLOCACIÓN DEL AISLAMIENTO ENTRE EL FORJADO Y LA CUBIERTA:** Para realizar esta rehabilitación en la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de XPS (poliestireno extruido), sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta. En la cubierta plana se retiran los baldosines cerámicos y se crea de nuevo un cubierta plana transitable no ventilada, con todas sus debidas capas de aislamiento, impermeabilización, capas separadoras y el acabado de la cubierta.

#### **B. Por el interior, REVESTIMIENTOS AUTOPORTANTES DE PLACAS DE AISLAMIENTO**

Sistema de aislamiento mediante un revestimiento autoportante de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral. Las placas se colocan sobre maestras metálicas suspendidas del forjado y el aislamiento se instala en la cámara intermedia.

Se ha eliminado la opción por el exterior con proyección de espuma de poliuretano (PUR), puesto que las cubiertas tienen más de 50 años y las otras opciones contribuyen a mejorar su estado de conservación, además de que no nos serviría para la cubierta plana de la vivienda tipo A.

El apartado 8.3.2 muestra la justificación de la selección adecuada para el caso de estudio.

### ***8.1.3. Soluciones de mejora de las carpinterías***

En el caso de los **huecos en fachada**, los vidrios monolíticos se sustituirán por doble vidrio con cámara, mejorando sustancialmente la transmitancia, de un valor medio de 5,7 a 2,7 W/m<sup>2</sup>K. Podría plantearse la utilización de vidrios bajo emisivos o de control solar, si al simular energéticamente el edificio se requiriera disminuir aún más demanda energética, siempre que estuviera justificado por un retorno de la inversión suficiente. La elección del marco es algo más compleja, ya que existen distintas alternativas: aluminio con rotura de puente térmico, PVC o madera, son las soluciones más frecuentes. La justificación de la selección en este caso, se detalla en el apartado 8.3.3.

## **8.2. MEJORA DE LAS INSTALACIONES**

Básicamente se puede optar por actualizar las instalaciones antiguas, mayoritariamente servidas por medio de energía eléctrica.

En términos de consumo, el gas natural está asociado a unas menores emisiones de carbono, por lo que sería aconsejable cambiar la fuente energética.

Por otro lado, calderas más modernas y eficientes, como son las calderas de condensación, permitirían disminuir el consumo.

Se podría pensar en sistemas de energía renovable, como la solar térmica para el servicio de agua caliente sanitaria. El principal inconveniente en este caso sería la inversión económica necesaria para esta instalación, por lo que sería necesario analizar su viabilidad.

### ***8.2.1. Soluciones de mejora de la instalación de ACS, calefacción y refrigeración***

Sustitución de la caldera estándar eléctrica antigua, por un sistema que tenga menor gasto eléctrico o por uno de alimentación a gas como por ejemplo; caldera estándar nueva, caldera de condensación, bomba de calor mediante aerotermia o placas solares con otro sistema de apoyo. Se va a tener en cuenta el poder aprovechar una misma solución para diferentes usos, de esta forma se ahorrará y se minimizará la maquinaria necesaria.

Al considerar las calderas se tendrá en cuenta la instalación de radiadores de aluminio de agua en las viviendas, o alternativamente suelo radiante. Otra opción es la instalación multizona mediante conductos de ventilación.

También se tendrá en cuenta para la refrigeración el sistema más común como el aire acondicionado que sería un sistema de aire-aire mediante Split, o el sistema de climatización por conductos.

En el apartado 8.3.4 se muestra la justificación de la selección adecuada para el caso de estudio.

### 8.3. VALORACIÓN MULTICRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA

Con el fin de seleccionar las soluciones más adecuadas al caso de estudio, teniendo en cuenta las tipologías constructivas y las condiciones socioeconómicas de las viviendas, se ha tenido en cuenta las ventajas e inconvenientes de los sistemas constructivos y se han establecido criterios de selección de 4 tipos:

- a- Criterio ambiental: En este caso se ha considerado características como la transmitancia de la solución resultante, la eliminación de puentes térmicos.
- b- Criterio funcional: Se considera la facilidad de ejecución y la mayor o menor necesidad de mantenimiento durante la vida útil de la solución.
- c- Criterio económico: este factor se refiere al coste de la inversión, valorado por medio del precio unitario de la solución.
- d- Criterio técnico: este factor se refiere a la opinión técnica de 10 expertos, en base a una breve encuesta en la que dan su opinión acerca de qué solución de las manejadas les parece idónea (ver Anexo 5). Se han seleccionado los siguientes expertos:

Título académico	Profesión	Años de experiencia
Arquitecto Técnico	Profesor universidad	12
Arquitecto	Arquitecto	42
Diseñador industrial y delineante	Empresario construcción	39
Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	5
Arquitecto Técnico	Empresario construcción	16
Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	4
Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	2
Arquitecto Técnico	Empresario construcción	20
Delineante	Delineante	39
Arquitecto Técnico	Profesor universidad	13

Para calcular la opción más óptima se va a dar una puntuación del 1 al 3 de cada apartado en la tabla, excepto en la cubierta siendo del 1 al 2, de esta forma se verá numéricamente cual es la mejor solución. Al final de la tabla se hará la suma de todas las puntuaciones, cada casilla tendrá su porcentaje de cálculo en cuanto al resultado. Siendo el 1 la opción más desfavorable y el 3 la más favorable.

Todos los apartados tienen un porcentaje del 13% menos la casilla de la opinión de los expertos un 22%, puesto que la veteranía es un grado muy importante en la construcción, ya que soluciones que pueden funcionar muy bien en una reforma, en otras pueden ser nefasta puesto que hay muchos factores a tener en cuenta.

### 8.3.1. Soluciones de mejora de fachadas

Se analiza los 3 sistemas constructivos, descritos anteriormente:

SISTEMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>FACHADA SATE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitan trabajos en el interior, con pocas molestias para los usuarios</li> <li>- No reduce espacio útil.</li> <li>- Mejora de aislamiento acústico.</li> <li>- Conservación de la inercia térmica y se evitan condensaciones.</li> <li>- Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada.</li> <li>- Se mejora la estética de la fachada y corrige grietas y fisuras.</li> <li>- Mínimo mantenimiento</li> <li>- Coste medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al ejecutarse la intervención por el exterior, afectará a la totalidad del inmueble, no sólo a una vivienda o local en particular. Requerirá el acuerdo de la Comunidad de Vecinos.</li> <li>- Dificultad de aplicación en fachadas con muchas instalaciones como las de patios interiores.</li> <li>- Instalación de andamios, encarece la obra.</li> <li>- No se puede aplicar en fachadas protegidas.</li> </ul>
<p><b>Breve descripción:</b> Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior.</p>		
<b>FACHADA VENTILADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínima interferencia para los usuarios del edificio.</li> <li>- No se reduce la superficie útil del edificio o vivienda.</li> <li>- Permite cualquier tipo de acabado duradero.</li> <li>- Excelentes prestaciones térmicas y acústicas.</li> <li>- Se corrigen los puentes térmicos en encuentros con la estructura y formación de huecos.</li> <li>- Se evitan las paredes "frías", al aislar por el exterior, evitando condensaciones.</li> <li>- Se aprovecha toda la inercia térmica del soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al ejecutarse la intervención por el exterior, afectará a la totalidad del inmueble, no sólo a una vivienda o local en particular. Se requerirá el acuerdo de la Comunidad de Vecinos.</li> <li>- Instalación de andamios con el consiguiente encarecimiento de la obra.</li> <li>- La fachada incrementa su espesor hacia el exterior, llegando hasta 30 cm. en el caso de fachadas ventiladas con revestimientos pétreos naturales. Requerirá pedir los pertinentes permisos.</li> <li>- El elevado coste económico del sistema.</li> <li>- Desde la perspectiva del ACV, si consideramos subestructuras de aluminio, hay que destacar el elevado coste energético que se deriva de este material.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estéticamente, posibilita un cambio importante de las fachadas, contribuyendo a la mejora del entorno y revalorizando económicamente el edificio.</li> <li>- Es aplicable a la mayor parte de soluciones constructivas de fachada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se puede aplicar en fachadas protegidas.</li> </ul>
<p><b>Breve descripción:</b> Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante fijación mecánica o adhesiva, luego se colocará la hoja exterior, que se ancla a la hoja interior portante mediante una estructura auxilia.</p>		
<p><b>TRASDOSADO INTERIOR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevo acabado interior con distintas opciones de materiales.</li> <li>- Mínimo mantenimiento.</li> <li>- No se precisan sistemas de andamiaje que invadan la vía pública.</li> <li>- Único sistema adecuado para edificios con grado de protección para patrimonio histórico.</li> <li>- Bajo coste económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de superficie útil</li> <li>- No resuelve los puentes térmicos</li> <li>- Molestias para los usuarios del edificio en caso de estar ocupado</li> </ul>
<p><b>Breve descripción:</b> Se colocará por la parte interior de la fachada delantera y trasera placas de yeso laminado sobre una plancha aislante de poliestireno expandido (EPS) de 3 cm de espesor, fijadas al soporte mediante fijación mecánica o adhesiva.</p>		

Tabla 8. Ventajas e inconvenientes de las posibles soluciones de rehabilitación en fachadas

Con la tabla resumen multicriterio se permite seleccionar la solución compromiso. Al realizar un criterio por puntuación, se ve claramente cuál es la mejor solución, la de mayor puntuación.

### *Vivienda Tipo A*

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmitancia	Punt 13%	Elimina PT	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio m <sup>2</sup>	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Fachada Sate	0,57	3	SI	3	2,8	2	media	2	medio	2	57,49 €	2	2,4	2,35
Fachada Ventilada	0,57	3	SI	3	2,8	2	baja	1	medio	2	135,66 €	1	2,2	2,04
Trasdosado interior	0,57	1	NO	1	1,4	1	alta	3	bajo	3	21,03 €	3	1,4	1,87

Tabla 9. Tabla multicriterio para fachadas

### Vivienda Tipo B

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmitancia	Punt 13%	Elimina PT	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio m2	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Fachada Sate	0,68	3	SI	3	12	3	media	2	medio	2	57,49 €	2	2,4	2,48
Fachada Ventilada	0,68	3	SI	3	12	3	baja	1	medio	2	135,66 €	1	2,2	2,17
Trasdosado interior	0,68	3	NO	1	4,2	1	alta	3	bajo	1	21,03 €	3	1,4	1,87

Tabla 10. Tabla multicriterio para fachadas

Se selecciona la solución exterior para los dos tipos de viviendas, dado que la solución interior implica la disminución de la superficie útil en las viviendas. Además, implica una solución que aporta una mejora estética a todo el grupo de viviendas simultáneamente, lo cual sería indicado al hacer una intervención conjunta. De entre las soluciones por el exterior, se selecciona la **solución SATE** por su menor coste económico y facilidad de ejecución. Además los expertos lo aconsejan para poder sanear las fachadas y eliminar los puentes térmicos.

En el punto 8.4.1 se encuentra la comprobación del cumplimiento con la normativa DB-HE del Código Técnico, más otras especificaciones del sistema SATE.

### 8.3.2. Soluciones de mejora de cubiertas

En lo que respecta a las soluciones de cubierta, este sería el análisis para una solución por el exterior y otra por el interior:

SISTEMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
EXTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínima interferencia para los usuarios del edificio.</li> <li>- No se reduce la altura libre de las estancias del último piso.</li> <li>- Se evitan fenómenos de condensación.</li> <li>- Se aprovecha inercia térmica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalmente, afectará a la totalidad del inmueble, no sólo a una vivienda o local en particular. Requerirá el acuerdo de la Comunidad de Vecinos.</li> <li>- Generalmente mayor coste, especialmente si hay que levantar la capa de acabado.</li> </ul>
	<p><b>Breve descripción:</b> En la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 6 cm de espesor, sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta.</p> <p>En la cubierta plana se retiran los baldosines cerámicos y se crea de nuevo un cubierta plana transitable no ventilada, con todas sus debidas capas de aislamiento, impermeabilización, capas separadoras y el acabado de la cubierta.</p>	
INTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se evita el levantamiento de la cubrición exterior (tejas o pavimento), impermeabilización, etc. Ello conlleva menor coste económico.</li> <li>- Posibilita la rehabilitación del interior del edificio desde el punto de vista estético, y la instalación de nuevos sistemas de iluminación y o climatización.</li> <li>- Puede realizarse en solo una parte del inmueble, por ejemplo, a una sola vivienda del edificio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se reduce la altura libre de las estancias del último piso.</li> </ul>
	<p><b>Breve descripción:</b> Se colocarán placas de yeso laminado sobre maestras metálicas suspendidas del forjado y el aislamiento de lana de roca (MW) de 8 cm de espesor, se instala en la cámara intermedia.</p>	

Tabla 14. Ventajas e inconvenientes de las posibles soluciones de rehabilitación de cubiertas

El análisis multicriterio en este caso queda reflejado en la tabla:

### Vivienda Tipo A

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmitancia	Punt 13%	Altura libre	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio m2	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Cubierta exterior	0,39	1	SI	2	2,1	1	media	1	SI	2	61,70 €	1	1,8	1.44
Cubierta interior	0,33	2	NO	1	2,2	1	alta	2	NO	1	51,68 €	2	1,2	1.43

Tabla 15. Tabla multicriterio para cubiertas

### Vivienda Tipo B

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmitancia	Punt 13%	Altura libre	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio m2	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Cubierta exterior	0,39	1	SI	2	0,7	1	media	1	SI	2	61,70 €	1	1,8	1.44
Cubierta interior	0,33	2	NO	1	0,8	1	alta	2	NO	1	51,68 €	2	1,2	1.43

Tabla 16. Tabla multicriterio para cubiertas

En este caso se selecciona la solución de aislamiento por el exterior puesto que así se rehabilitarán las cubiertas, aunque sea una solución más cara a lo largo será mejor para que no hayan futuros problemas de filtraciones. Al no poder acceder dentro de las viviendas, los expertos nos comentan que además la opción de aislar por el interior quizás no se recomienda porque la altura dentro de las viviendas podría ser de no más de 2.5m de altura libre y si se hiciese esa solución, no cumpliría con la altura mínima libre necesaria.

### 8.3.3. Soluciones de mejora de carpintería

La selección de las carpinterías requiere de una variación de criterios. Así, no se considera la eliminación de puentes térmicos, al considerar que las 3 soluciones son igualmente adecuadas, ni la facilidad de ejecución, al ser también similar en todos los casos, pero se introduce el factor material considerando su mayor o menor carácter ecológico. Así, por ejemplo, la madera se consideraría muy buen material respecto a este aspecto, siempre que fuera madera certificada de explotación sostenible, siendo el PVC y aluminio peores por su composición y coste energético en su producción.

Para los dos tipos de viviendas la mejor opción para una mejora más óptima sería el cambio de la carpintería, además de que, si se elige la opción SATE para las fachadas, los huecos hay que modificarlos para adaptarlos al nuevo espesor de la fachada. Además de que si se está mejorando el aislamiento de las fachadas sería un crimen no realizar el cambio de carpinterías, puesto que los huecos son un gran punto débil de la envolvente del edificio, en ellos se pierde una considerable parte de la energía.

MATERIAL DEL MARCO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>CARPINTERÍA ALUMINIO RPT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A diferencia de la madera posee un recubrimiento natural protector de óxido que evita que haya que pintarlas frecuentemente.</li> <li>- Es un metal muy resistente a los golpes</li> <li>- Su perfilería es bastante estrecha con lo que se logra un aumento de la luz que entra por la ventana, en ventanas sin RPT.</li> <li>- Su bajo precio es uno de los puntos fuertes de este material.</li> <li>- Inversión mínima para su fabricación a diferencia de otros materiales.</li> <li>- Material difícilmente inflamable, una cualidad muy deseable para la seguridad frente al fuego de nuestra vivienda.</li> <li>- Gran variedad de colores y es fácilmente moldeable, lo que permite llevar a cabo todo tipo de diseños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de temperatura en la vivienda debido a la naturaleza conductora de este metal, lo que genera un mayor gasto de energía y dinero, pues esto conlleva un mayor uso de la calefacción y el aire acondicionado en el hogar.</li> <li>- Otra desventaja es que las ventanas de aluminio "sudán", es decir, producen condensación.</li> <li>- Otro inconveniente que se percibe en las ventanas de aluminio es que con el tiempo se pueden llegar a picar.</li> <li>- La instalación de ventanas con RPT hace que los perfiles aumenten considerablemente su anchura y profundidad.</li> <li>- El nuevo aluminio con RPT ha llegado a ser el material más caro del mercado en su gama más alta.</li> </ul>

	<b>Breve descripción:</b> Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de aluminio con RPT (rotura de puente térmico), vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2.	
<b>CARPINTERÍA PVC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excelentes propiedades aislantes y de seguridad.</li> <li>- Mejor aislamiento térmico y acústico debido a la naturaleza “no conductora” del plástico.</li> <li>- Esto se ve reflejado en ahorro energético y económico para nuestra vivienda.</li> <li>- Poseen una larga vida útil, hasta unos 50 años.</li> <li>- No necesitan mantenimiento.</li> <li>- Se puede elegir diferentes diseños y acabados, incluso acabado de madera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su precio es elevado en comparación con las ventanas de mala calidad.</li> </ul>
	<b>Breve descripción:</b> Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de PVC, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2.	
<b>CARPINTERÍA MADERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran capacidad aislante.</li> <li>- Permite una gran posibilidad de diseños y tiene un bonito acabado, sobre todo, para combinar con estilos tradicionales o rústicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arde con facilidad.</li> <li>- Tienen un precio bastante elevado.</li> <li>- Requieren un continuo y costoso.</li> <li>- Si no se trata correctamente, puede pudrirse y ser atacada por insectos como las termitas.</li> <li>- Si se enfrentan a condiciones de humedad, se dilatan y se curvan.</li> <li>- Necesidad de talar árboles para su fabricación, aunque la madera es renovable, las especies necesarias para la elaboración de las ventanas necesitan varios siglos de crecimiento para volver a crecer.</li> </ul>
	<b>Breve descripción:</b> Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de madera, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2.	

Tabla 11. Ventajas e inconvenientes de las posibles soluciones de rehabilitación de huecos

Con la tabla multicriterio, se podrá calcular fácilmente cual es el tipo de ventana que más le convendría cambiar a los propietarios de las viviendas.

### *Vivienda Tipo A*

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmiancia	Punt 13%	Material	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio unidad	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Carpintería Aluminio RPT	3	2	medio	2	1,1	1	alta	3	bajo	3	838,65 €	2	1,6	2,04
<b>Carpintería PVC</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>bajo</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>alta</b>	<b>3</b>	<b>bajo</b>	<b>3</b>	<b>792,36 €</b>	<b>3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,22</b>
Carpintería Madera	3	2	alto	3	1,2	1	alta	3	alto	1	1.090,32 €	1	2	1,87

Tabla 12. Tabla multicriterio para la carpintería

### Vivienda Tipo B

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Transmitancia	Punt 13%	Material	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio unidad	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Carpintería Aluminio RPT	3	2	medio	2	1,2	1	alta	3	bajo	3	838,65 €	2	1,6	2,04
<b>Carpintería PVC</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>bajo</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>alta</b>	<b>3</b>	<b>bajo</b>	<b>3</b>	<b>792,36 €</b>	<b>3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,22</b>
Carpintería Madera	3	2	alto	3	1,2	1	alta	3	alto	1	1.090,32 €	1	2	1,87

Tabla 13. Tabla multicriterio para la carpintería

Como consecuencia, se selecciona la carpintería de PVC por su menor coste y mejores prestaciones en cuanto a la transmitancia y el bajo mantenimiento, con vidrio de baja emisión 4-9-4. También se cambiará el vierte aguas por uno de aluminio y el dintel por uno de hormigón pretensado, puesto que se tienen que adaptar a la nueva fachada. Los expertos aconsejan la sustitución de las ventanas por las de PVC, ya que es el material que menos problemas dan durante su vida útil, tienen menor coste y muy buenas características técnicas en cuanto al aislamiento y la impermeabilización.

### 8.3.4. INSTALACIONES

En cuanto a las mejoras de las instalaciones de ACS, calefacción y refrigeración, se van a estudiar según cada tipo de vivienda, puesto que en cada lugar será mejor una opción u otra.

#### *Vivienda Tipo A*

Estas son las 3 opciones que se van a tener en cuenta para la instalación de ACS y calefacción. Sobre la instalación de refrigeración no se va a tener en cuenta puesto que estas viviendas son bastante frías en verano, puesto que tienen una buena orientación y mejorando cubierta y fachadas no se ve prioritario.

TIPO DE INSTALACIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>CALDERA ESTANDAR ELÉCTRICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen rendimiento, con un 95%.</li> <li>- No hay olores extraños, ni ruidos cuando está en funcionamiento.</li> <li>- Fácil instalación.</li> <li>- Bajo coste.</li> <li>- No necesita mantenimiento obligatorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasto elevado de electricidad.</li> <li>- Precio de electricidad más caro que el gas.</li> </ul>
	<b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una nueva caldera estándar eléctrica, contando también en el precio de 7 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes.	

<b>CALDERA CONDENSACIÓN DE GAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejor rendimiento, con un 115%.</li> <li>- Menor consumo de gas entre un 15% y un 30% de la convencional.</li> <li>- Menor ruido a la hora de su funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precio inicial más caro.</li> <li>- Revisión obligatoria anual.</li> <li>- Purga de radiadores.</li> <li>- Requiere salida de humos.</li> </ul>
	<b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una nueva caldera de condensación a gas, contando también en el precio de 7 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes.	
<b>BOMBA DE CALOR MEDIANTE AEROTERMIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtiene la mayor parte de la energía del aire (en torno al 70%) y solo una pequeña fracción de la electricidad.</li> <li>- Los costes de mantenimiento son muy reducidos.</li> <li>- No se generan residuos ni humos.</li> <li>- La instalación es normalmente sencilla.</li> <li>- Genera aire purificado.</li> <li>- El coste de la inversión económica se recupera en poco tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precio inicial más caro.</li> <li>- Se debe aumentar la potencia contratada de electricidad.</li> <li>- Requiere de una unidad exterior e interior.</li> <li>- Necesita radiadores de baja temperatura, más caros.</li> </ul>
	<b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una bomba de calor mediante aerotermia, contando también en el precio módulo hidráulico, acumulador y los conductos pertinentes.	

Tabla 17. Ventajas e inconvenientes de las instalaciones de ACS y calefacción

Con la tabla multicriterio, se podrá calcular fácilmente cual es el tipo de instalación que más le convendría cambiar a los propietarios de las viviendas.

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Tipo de energía	Punt 13%	Consumo	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio unidad	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Caldera estándar eléctrica	Eléctrica	1	alto	1	0,5	1	alta	3	bajo	3	3.899,71€	3	1,1	1,80
Caldera convencional gas	Gas	2	medio	2	7,9	2	baja	1	alto	1	4.423,17 €	2	2,4	1,83
<b>Bomba de calor mediante aerotermia</b>	<b>Eléctrica</b>	<b>1</b>	<b>alto</b>	<b>1</b>	<b>22,6</b>	<b>3</b>	<b>media</b>	<b>2</b>	<b>medio</b>	<b>2</b>	<b>9.836 €</b>	<b>1</b>	<b>2,5</b>	<b>1,85</b>

Tabla 18. Tabla multicriterio para la instalación de ACS y calefacción

Como podemos ver en la tabla multicriterio la mejor opción será la instalación de una caldera de condensación a gas, puesto que aunque al inicio tenga un mayor coste, al final de su vida útil se habrá disminuido el coste en las facturas de gas y será incluso más barato que las otras dos opciones. Los expertos también están de acuerdo, puesto que da menos problemas y tiene un funcionamiento limpio y sencillo.

Para la calefacción de las viviendas habrá que tener en cuenta la colocación de los radiadores y sus conductos de agua, se ha calculado que el gasto de esta parte de la instalación estará sobre los 1800€, colocando 8 radiadores y toda la instalación de las tuberías, a parte del coste de la instalación de la caldera de condensación.

### Vivienda Tipo B

Estas son las 3 opciones que se van a tener en cuenta para la instalación de ACS, calefacción y refrigeración en los bloques de viviendas.

TIPO DE INSTALACIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>BOMBA DE CALOR MEDIANTE AEROTERMIA PARA ACS, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtiene la mayor parte de la energía del aire (en torno al 70%) y solo una pequeña fracción de la electricidad.</li> <li>- Los costes de mantenimiento son muy reducidos.</li> <li>- No se generan residuos ni humos.</li> <li>- La instalación es normalmente sencilla.</li> <li>- Genera aire purificado.</li> <li>- El coste de la inversión económica se recupera en poco tiempo.</li> <li>- Funciona tanto para el verano como para el invierno.</li> </ul> <p><b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS, calefacción y refrigeración por una bomba de calor mediante aerotermia, contando también en el precio módulo hidráulico, acumulador y los conductos pertinentes en cada vivienda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precio inicial más caro.</li> <li>- Se debe aumentar la potencia contratada de electricidad.</li> <li>- Requiere de una unidad exterior e interior.</li> <li>- Necesita radiadores de baja temperatura, más caros.</li> </ul>
<b>CALDERA CONDENSACIÓN PARA ACS Y CALEFACCIÓN MÁS AIRE ACONDICIONADO PARA REFRIGERAR</b>	<p><b>CALDERA CONDENSACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento, con un 100%.</li> <li>- Precio del gas menor que la electricidad</li> <li>- Económicas.</li> <li>- El gas natural no emite residuos contaminantes.</li> </ul> <p><b>AIRE ACONDICIONADO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de la temperatura.</li> <li>- Genera aire purificado.</li> <li>- Fácil instalación.</li> <li>- Crea un ambiente más seco y ello previene humedades.</li> </ul>	<p><b>CALDERA CONDENSACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión obligatoria anual.</li> <li>- Purga de radiadores.</li> <li>- Requiere salida de humos.</li> <li>- Ruidos y olores durante el funcionamiento.</li> </ul> <p><b>AIRE ACONDICIONADO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provoca fácilmente resfriados.</li> <li>- Consumo eléctrico elevado.</li> <li>- Altas emisiones de CO2</li> </ul>

	<p><b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una nueva caldera de condensación a gas, contando también en el precio de 8 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes y la instalación del aire acondicionado para la refrigeración en cada vivienda.</p>	
<p><b>SISTEMA SOLAR PARA ACS Y CALEFACCIÓN CON APOYO CALDERA CONDENSACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARA REFRIGERAR</b></p>	<p>SISTEMA SOLAR ACS Y CALEFACCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energía gratuita e inagotable.</li> <li>- Reduce la emisión de gases que causa el calentamiento global.</li> <li>- Ahorro del consumo eléctrico en un 50%.</li> <li>- Valor adicional a la vivienda.</li> <li>- Coste de instalación recuperable a mediano plazo.</li> </ul> <p>CALDERA CONDESACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento, con un 100%.</li> <li>- Precio del gas menor que la electricidad.</li> <li>- Económicas.</li> <li>- El gas natural no emite residuos contaminantes.</li> </ul> <p>AIRE ACONDICIONADO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de la temperatura.</li> <li>- Genera aire purificado.</li> <li>- Fácil instalación.</li> <li>- Crea un ambiente más seco y ello previene humedades.</li> </ul>	<p>SISTEMA SOLAR ACS Y CALEFACCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En las épocas del año que hay más sol, es cuando menos se necesita este recurso.</li> <li>- Necesita instalación de un acumulador.</li> </ul> <p>CALDERA CONDENSACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión obligatoria anual.</li> <li>- Purga de radiadores.</li> <li>- Requiere salida de humos.</li> <li>- Ruidos y olores durante el funcionamiento.</li> <li>- Requiere instalación de radiadores.</li> </ul> <p>AIRE ACONDICIONADO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provoca fácilmente resfriados.</li> <li>- Consumo eléctrico elevado.</li> <li>- Altas emisiones de CO2.</li> </ul>
	<p><b>Breve descripción:</b> Cambio de la instalación de ACS y calefacción mediante la instalación de un sistema solar comunitario, las placas solares se colocarán en la cubierta, en cada vivienda irá una caldera de condensación para apoyar el sistema solar cuando sea necesario, contando también en el precio de 8 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes y la instalación del aire acondicionado para la refrigeración en cada vivienda.</p>	

Tabla 19. Ventajas e inconvenientes de las instalaciones de ACS, calefacción y refrigeración

Con la tabla multicriterio, se podrá calcular fácilmente cual es el tipo de instalación que más le convendría cambiar a los propietarios de las viviendas.

Solución	AMBIENTAL						FUNCIONAL				ECONÓMICO		EXPERIENCIA	Puntuación Total
	Tipo de energía	Punt 13%	Consumo	Punt 13%	Mejora energética	Punt 13%	Facilidad ejecución	Punt 13%	Mantenimiento	Punt 13%	Precio unidad por vivienda	Punt 13%	Criterio expertos Punt 22%	
Bomba de calor mediante aerotermia para ACS, calefacción y refrigeración	Eléctrica	1	alto	1	25,1	2	media	2	medio	2	12.736 €	1	1,6	1,52
Caldera condensación para ACS y calefacción más aire acondicionado para refrigerar	Eléctrica Gas	2	medio	2	8,6	1	alta	3	bajo	1	5.640,17 €	3	1,5	1,89
Sistema solar para ACS y calefacción con apoyo caldera condensación y aire acondicionado para refrigerar	Eléctrica Solar	3	bajo	3	38,2	3	baja	1	alto	1	7.053,36 €	2	2,9	2,33

Tabla 20. Tabla multicriterio para la instalación de ACS, calefacción y refrigeración

Como se puede comprobar mediante la tabla multicriterio la mejor opción será la instalación de un sistema solar con el apoyo de una caldera individual para cada vivienda y para completar con la parte de la refrigeración se tendrá en cuenta la instalación de aire acondicionado. En esta opción hay que tener en cuenta que la decisión y el importe a abonar debe realizarse en común por los 6 propietarios que forman parte de cada bloque puesto que el coste total es de 42.320,15€.

La instalación de las placas solares se hará en la cubierta, lo mejor sería poner una caldera colectiva, pero al no disponer de espacio suficiente en las zonas comunes se establece la opción de colocar una caldera individual para cada vivienda.

En cada vivienda también se tendrá en cuenta la colocación de 7 radiadores de aluminio con sus pertinentes conductos para la circulación de agua para la calefacción.

En el Anexo 3, podrán ver la propuesta de la instalación del sistema solar propuesto por la empresa BAXI Calefacción SL, con un pequeño estudio según el edificio a estudio y sus necesidades, junto con un esquema de la instalación.

## 8.4. RESUMEN DE LA SELECCIÓN INTEGRAL ÓPTIMA

### 8.4.1. FACHADA SATE

Con la rehabilitación de las fachadas se conseguirá que los valores de transmitancia estén dentro de los márgenes del DB-HE, disminuyendo en el cerramiento las pérdidas de energía, y también se minimizan los puentes térmicos de las fachadas. En concreto esto significa que se reduce la demanda y emisiones de calefacción y de refrigeración. En cuanto a la estética, se cambia el acabado de las fachadas, a elección de cada propietario.

En cuanto al apartado económico, se trata de unos costes de entre 50 y 70 €/m<sup>2</sup> de fachada, más los costes de los equipos auxiliares. El sistema SATE de trata de una medida con unas buenas soluciones para los puentes térmicos, acabado de fachada, mejora en cuanto a la eficiencia energética y además es más barato que otros sistemas como la fachada ventilada.

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo A.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia muros de fachada	Transmitancia máxima en muros de fachada	Transmitancia límite en muros de fachada
<b>Fachada actual</b>	1.26 (No cumple)	0.75	0.73
<b>Rehabilitación con Fachada SATE</b>	0.57 (Cumple)		

Tabla 21. Tabla de transmitancias de las fachadas

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo B.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia muros de fachada	Transmitancia máxima en muros de fachada	Transmitancia límite en muros de fachada
<b>Fachada actual</b>	1.96 (No cumple)	0.75	0.73
<b>Rehabilitación con Fachada SATE</b>	0.68 (Cumple)		

Tabla 22. Tabla de transmitancias de las fachadas

En ambos tipos de viviendas se colocará el sistema SATE, esto consiste en aplicar en la fachada placas aislantes de EPS (poliestireno expandido) de 3 cm de espesor fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior.



Figura 11. Sistema SATE (Fuente: [www.chova.com](http://www.chova.com))

También se deberán modificar los dinteles, alfézares, y demás puntos singulares para adaptarlos el nuevo espesor de la fachada.

De esta forma se pretende minimizar los puentes térmicos con el forjado o cubierta, la carpintería, cajas de persiana, también disminuir las pérdidas térmicas.

Es una buena solución puesto que no es necesario desalojar a los ocupantes de las viviendas, y tampoco modifica el espacio ni volumen de las viviendas, puesto que estas ya son bastante pequeñas con una superficie útil de unos 70m<sup>2</sup>. El único inconveniente es que tiene un mayor coste, pero si se tiene en cuenta que los usuarios de las viviendas no deben salir de ellas, ni sufrirán ninguna gran molestia, es una solución bastante óptima.

También hay que resaltar que no se tendrá un gran impacto estético, puesto que esta solución deja la posibilidad de colocar cualquier acabado, acabados con mortero y pintado de la fachada, colocación de falso ladrillo caravista, y demás, de esta forma no afecta este cambio a la estética del barrio.

### 8.4.2. CUBIERTA AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR

Mediante la rehabilitación de las cubiertas se conseguirá que los valores de transmitancia estén dentro de los márgenes del DB-HE, disminuyendo en el cerramiento las pérdidas de energía. En concreto esto significa que se reduce la demanda y emisiones de calefacción y de refrigeración. En cuanto a la estética, no sufrirán ningún cambio, al finalizar la reforma tendrán el mismo aspecto.

En cuanto al apartado económico, se trata de unos costes de entre 50 y 100 €/m<sup>2</sup> de cubierta dependiendo si es cubierta plana es más caro cerca de los 100€/m<sup>2</sup> y en la cubierta inclinada el coste es la mitad, más los costes de los equipos auxiliares. Se utilizará esta mejora puesto que así después de más de 50 años, se sanearán las cubiertas y mejorará la eficiencia energética y además se solucionarán los posibles problemas que el tiempo haya causado.

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo A.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia de cubiertas	Transmitancia máxima en cubiertas	Transmitancia límite en cubiertas
<b>Cubierta plana actual</b>	1.21 (No cumple)	0.5	0.41
<b>Rehabilitación por el exterior, aislamiento bajo teja</b>	0.39 (Cumple)		

Tabla 23. Tabla de transmitancias de las cubiertas inclinadas

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia de cubiertas	Transmitancia máxima en cubiertas	Transmitancia límite en cubiertas
<b>Cubierta inclinada actual</b>	1.25 (No cumple)	0.5	0.41
<b>Rehabilitación por el exterior con aislamiento</b>	0.39 (Cumple)		

Tabla 24. Tabla de transmitancias de las cubiertas planas

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo B.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia de cubiertas	Transmitancia máxima en cubiertas	Transmitancia límite en cubiertas
<b>Cubierta inclinada actual</b>	1.21 (No cumple)	0.5	0.41
<b>Rehabilitación por el exterior, aislamiento bajo teja</b>	0.39 (Cumple)		

Tabla 25. Tabla de transmitancias de las cubiertas inclinadas

En la cubierta inclinada se retirarán las tejas para poder colocar el aislamiento de XPS de 6 cm de espesor encima de las bovedillas cerámicas que forman la pendiente de la cubierta, luego las mismas tejas que se han retirar si están en perfectas condiciones se volverán a colocar y a sustituir las que estén en mal estado.

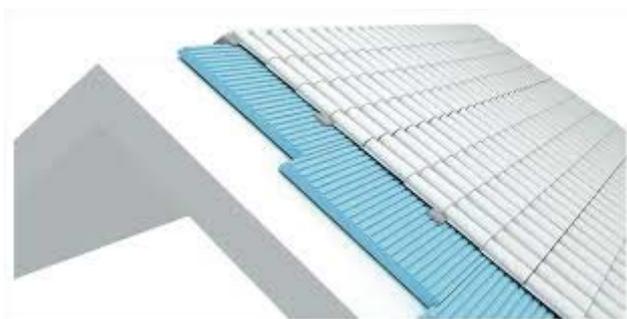


Figura 12. Cubierta inclinada con XPS bajo teja (Fuente: [www.soprema.es](http://www.soprema.es))

Para la cubierta plana de las viviendas tipo A, se hará lo mismo se retirarán, las baldosas, se colocará el aislamiento XPS de 6 cm de espesor, con sus capas necesarias según el fabricante y se volverán a colocar las mismas baldosas que había, sustituyendo las que esten en mal estado.



Figura 13. Cubierta plana transitable con aislamiento (Fuente: [www.carm.generadordeprecios.info](http://www.carm.generadordeprecios.info))

Habrá que tener en cuenta los encuentros con el sistema SATE y los puntos singulares y resolverlos adecuadamente a cada situaci3n.

Al renovar las cubiertas tambi3n se aprovechar  para colocar canalones y bajantes de aluminio, ya que antes no disponían de ello.



Figura 14. Canal3n de aluminio (Fuente: [www.canalumcatalunya.es](http://www.canalumcatalunya.es))

### 8.4.3. SUSTITUCIÓN A CARPINTERÍA DE PVC

Con la sustitución de la antigua carpintería se conseguirá que los valores de transmitancia estén dentro de los márgenes del DB-HE, disminuyendo en los huecos las pérdidas de energía. En concreto esto significa que se reduce la demanda y emisiones de calefacción y de refrigeración. En cuanto a la estética, cada vivienda podrá elegir el acabado que quiera en su vivienda, puesto que el PVC tiene un abanico muy grande de posibles acabados.

En cuanto al apartado económico, se trata de un coste sobre los 500 o 1000 € la unidad dependiendo de las prestaciones, más los costes de la instalación. Se utilizará esta mejora puesto que así después de más de 50 años, se conseguirán cambiar las ventanas de madera y de aluminio sin RPT con los vidrios monolíticos. De esta forma se conseguirán mejoras en cuanto a la demanda energética y también al aislamiento acústico.

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo A.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia de huecos	Transmitancia máxima en huecos	Transmitancia límite en huecos
<b>Carpintería actual</b>	5 (No cumple)	3.1	3.4
<b>Sustitución por carpintería de PVC</b>	2.84 (Cumple)		

Tabla 26. Tabla de transmitancias de las ventanas de PVC

En la siguiente tabla se puede ver como se mejora la transmitancia del estado actual al rehabilitado mediante el sistema elegido en la vivienda tipo B.

TRANSMITANCIAS W/m <sup>2</sup> K	Transmitancia de huecos	Transmitancia máxima en huecos	Transmitancia límite en huecos
<b>Carpintería actual</b>	5.7 (No cumple)	3.1	3.4
<b>Sustitución por carpintería de PVC</b>	2.84 (Cumple)		

Tabla 27. Tabla de transmitancias de las ventanas de PVC (Se ha elegido en la tabla la transmitancia límite peor, que es la correspondiente a los huecos de fachada Noroeste)

Las ventanas que se van a colocar son de PVC un material muy resistente, con doble vidrio en posición vertical 4-9-4, con permeabilidad del aire del hueco Clase 2, un porcentaje del marco del 20%, además de cámara doble.

El cálculo de transmitancia térmica global de un hueco  $U_H$ , mediante la siguiente formula (UNE EN ISO 10077):

$$U_H = \frac{A_{H,v} U_{H,v} + A_{H,m} U_{H,m} + l_v \psi_v + A_{H,p} U_{H,p} + l_p \psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}}$$

Fórmula 1. Transmitancia térmica global de un hueco

Siendo,

$U_{h,m} \rightarrow$  es la transmitancia térmica del hueco en  $W/m^2K$ .

$U_{h,v} \rightarrow$  es la transmitancia térmica del acristalamiento en  $W/m^2K$ .

$U_{h,m} \rightarrow$  es la transmitancia térmica del marco en  $W/m^2K$ .

$U_{h,p} \rightarrow$  es la transmitancia térmica de la zona con panel opaco en  $W/m^2K$ .

$\Psi_v \rightarrow$  es la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento en  $W/mK$ .

$\Psi_p \rightarrow$  es la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos en  $W/mK$ .

$A_{h,v} \rightarrow$  es el área de la parte acristalada en  $m^2$ .

$A_{h,m} \rightarrow$  es el área del marco en  $m^2$ .

$A_{h,p} \rightarrow$  es el área de la parte con panel opaco en  $m^2$ .

$L_v \rightarrow$  es la longitud de contacto entre marco y acristalamiento en m.

$L_p \rightarrow$  es la longitud de contacto entre marco y paneles opacos en m.

Los datos introducidos para la formula son los siguientes, teniendo en cuenta que no hay paneles opacos y que el marco tiene un 20% de la superficie:

$$U_{h,v} = 3 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

$$U_{h,m} = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

$$\psi_v = 0.05 \text{ W/mK.}$$

$$U_H = (3 \cdot 8 + 1.8 \cdot 2 + 0.05 \cdot 15) / (8 + 2) = 2.84 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{h,v} = 8 \text{ m}^2.$$

Fórmula 2. Aplicación de la Formula 1, antes citada

$$A_{h,m} = 2 \text{ m}^2.$$

$$L_v = 15 \text{ m.}$$

Los huecos se ejecutarán de acuerdo a las especificaciones del sistema SATE para así eliminar los puentes térmicos y los posibles fallos de estanqueidad, que se pueden crear junto con el nuevo cambio de la fachada.



Figura 15. Ventana de PVC (Fuente: [www.brico-ventana.es](http://www.brico-ventana.es))

Hay que tener en cuenta que para que una ventana sea realmente buena, el perfil debe ir acompañado de buenos herrajes y, por supuesto, ser instalada por un profesional acreditado, ya que una buena ventana mal instalada, es una mala ventana.

### 8.4.4. INSTALACIONES ACS, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

#### 8.4.4.1. Bomba de calor en la vivienda tipo A

Mediante la sustitución de las instalaciones de ACS, calefacción, se conseguirá una mejor eficiencia en cuanto a las emisiones de CO2 que se reducirán hasta un 70%.

En cuanto al apartado económico, tiene un alto coste en comparación a las otras reformas, de casi 10.000€.

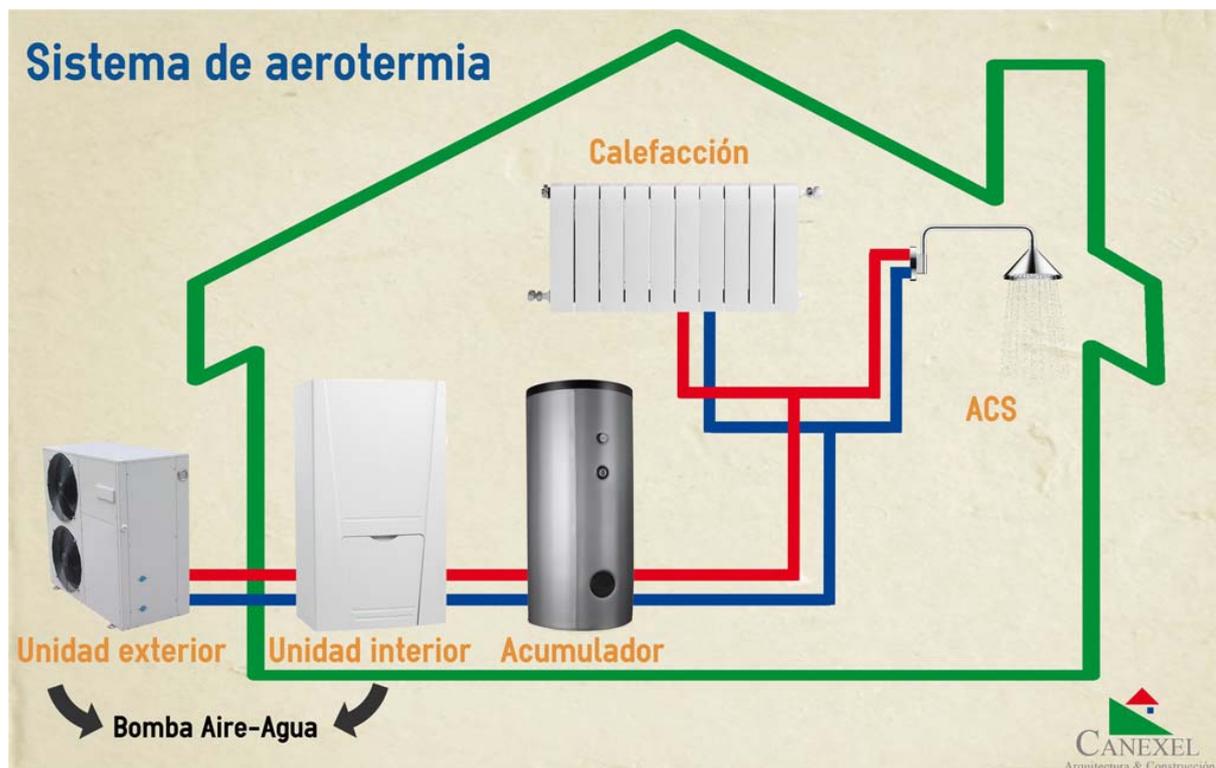


Figura 16. Aerotermia (Fuente: [www.canexel.es](http://www.canexel.es))

Se elige el sistema de bomba de calor con aerotermia puesto que tiene muy buenas prestaciones en climas templados como el que tiene la Vall d'Uixó puesto que no hay unos cambios bruscos de temperaturas durante todo el año.

Para que la bomba de calor funcione para generar calefacción lo que sucede es lo siguiente, se establece un flujo de calor entre la unidad exterior, que recoge el aire de fuera de la vivienda, que es el foco frío y la unidad interior, el aire de dentro de la casa, el foco caliente. El sistema por el que fluye el líquido refrigerante pasa de estado líquido a estado gaseoso y pasa por un compresor, al salir del compresor sube su temperatura y consigue calentar el circuito de calefacción a una temperatura de unos 30 o 45 grados, ya que este sistema funciona con temperaturas más bajas de lo normal. Este sistema tiene mayor rendimiento cuanto menos es la diferencia de temperatura

entre el exterior y el interior de la vivienda. Por otra parte, también se puede utilizar para la refrigeración de la vivienda de esta forma se consigue cuando el gas después se convierte en líquido y pasa por la válvula de expansión y así se enfría el líquido y se hace el mismo proceso de calentamiento pero al revés. Así que de este modo el sistema de bomba de calor funciona mejor en los climas templados como el que hay en el mediterráneo. Hay que tener en cuenta que los radiadores deben de ser de baja temperatura para que puedan funcionar a 30 o 45 grados, ya que los que normalmente se usan deben funcionar a 80 o 90 grados.

#### 8.4.4.2. Energía solar para ACS y calefacción más aire acondicionado para refrigeración en la vivienda Tipo B

Mediante la sustitución de las instalaciones de ACS, calefacción y refrigeración se conseguirá una mejor eficiencia en cuanto a las emisiones de CO2 que se reducirán hasta un 80% en ACS y calefacción, en la parte de refrigeración sólo se mejorará sobre el 15%.

En cuanto al apartado económico, se trata del coste mayor de la reforma el precio está sobre los 50.000€, es una gran inversión pero se recupera en pocos años, puesto que la energía solar es gratuita y esto ya reduce el precio de la factura eléctrica.

Instalación de 5 placas solares en la cubierta inclinada del edificio para abastecer a los 6 vecinos del edificio, se elegiría un acumulador centralizado, pero al no disponer de suficiente sitio, se optará por acumuladores individuales en cada vivienda, además para acompañar este sistema se colocarán de apoyo unas calderas de condensación para así poder abarcar todo el gasto de ACS y calefacción de cada vivienda del edificio.



Figura 17. Placas solares en cubierta inclinada (Fuente: [www.autosolar.es](http://www.autosolar.es))

Se instalará aire acondicionado por conductos, la unidad interior (Máquina en el dibujo) irá conectada a los conductos de impulsión de aire y a otros de retorno de aire, el sistema lo que hace

coger el aire caliente por el conducto de retorno y lo convierte en aire frío para expulsarlo por el otro conducto. Para enfriar el aire la unidad interior está comunicada con la unidad exterior para que circulen los gases refrigerantes, ya que la unidad exterior es la encargada del proceso esencial de este sistema ya que contiene el compresor, el condensador, el ventilador y la válvula de expansión para modificar la temperatura de los gases refrigerantes.



Figura 18. Aire acondicionado por conductos (Fuente: [www.instalacionescollado.com](http://www.instalacionescollado.com))

## 9. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO CON LAS REFORMAS

### 9.1. VIVIENDA TIPO A

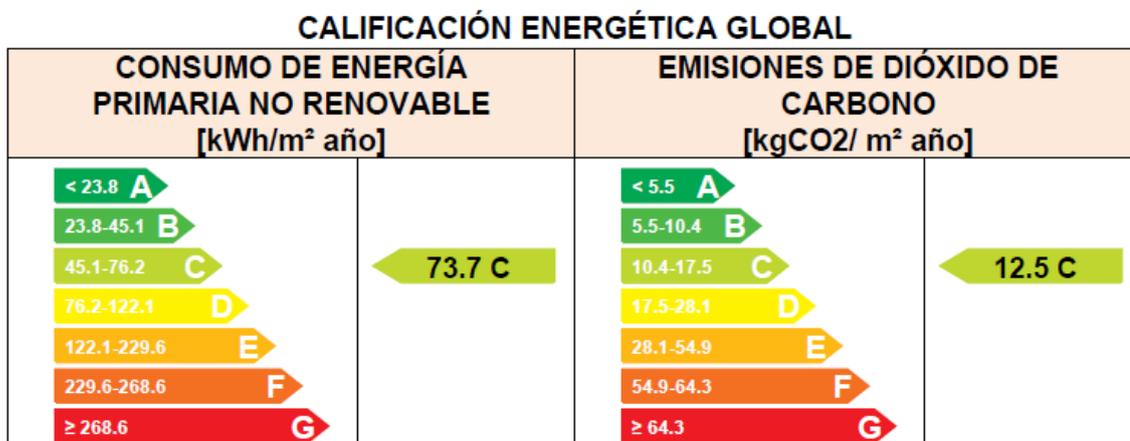


Figura 19. Calificación energética mediante el programa CE3X

En la vivienda unifamiliar se ha pasado de una calificación energética E a una C.

### 9.2. VIVIENDA TIPO B

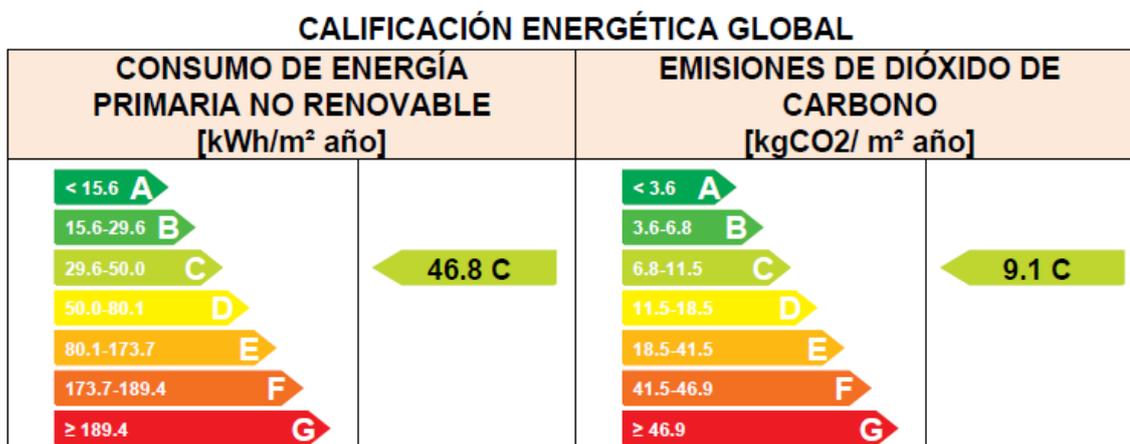


Figura 20. Calificación energética mediante el programa CE3X

En las viviendas plurifamiliares se ha pasado de una calificación energética G a una C.

## 10. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar el análisis económico de las reformas en cuanto a la eficiencia energética de estos dos tipos de viviendas, se va a calcular como si fuese una inversión, puesto que las medidas a tomar en cuanto a la eficiencia energética tienen un alto coste económico y dicho de alguna forma se tienen que rentabilizar. Dicho con otras palabras los propietarios de estos inmuebles deben saber si este gran desembolso inicial les saldrá a cuenta al cabo de unos años puesto que las facturas de la energía deben reducirse lo suficiente para que en algún momento con este ahorro consiga amortizar tanto el gasto inicial como los gastos de mantenimiento de las nuevas reformas o cambios al cabo de la vida útil de estos.

Si hiciésemos un análisis básico nos conformaríamos con realizarlo mediante el VAN (Valor Actual Neto) que analiza inversiones a largo plazo y durante diferentes periodos económicos. Suele ser un método más enfocado a empresas, puesto que lo que hace es sumar la inversión inicial con todos los flujos de caja actualizados mediante una determinada tasa de actualización.

Para saber si es rentable una inversión si el VAN sale positivo, significa que es rentable y si sale negativo, no es rentable para la empresa. Pero ante unas medidas de reforma energética de un edificio, ya no nos sirve tener en cuenta sólo el VAN, puesto que estas mejoras, a parte de rentabilizarse durante x años, el valor del inmueble también se ve incrementado y se alarga su vida útil.

Por ello, se va a tener en cuenta el **Método del Coste Óptimo**, es un método desarrollado a nivel europeo por el Reglamento Delegado (UE) 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, que se complementa con la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, son quienes establecen este marco metodológico para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos en cuanto a la eficiencia energética que se necesiten en los edificios y sus elementos, y se encarga de realizar un análisis de los diferentes tipos de costes.

El RD244/2012 ha establecido dos formas de cálculo:

- Financiero: solo contempla los costes de inversión inicial, costes anuales de funcionamiento, costes de eliminación, de mantenimiento y de sustitución, además de sus impuestos.
- Macroeconómico: se contempla, además de lo del cálculo financiero, los costes sociales o públicos, como son las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo energético del edificio.

Según el Reglamento Delegado 244/2012 dice que se debe calcular mediante lo que llaman **Coste Global**, esto significa que tendrá en cuenta tanto el enfoque Financiero, como el Macroeconómico. La definición de este concepto más concreta es la suma del valor actual de los costes de inversión inicial, de los costes de funcionamiento y de los costes de sustitución (con referencia al año inicial), así como en su caso, de los costes de eliminación (parte Financiera), además se añadirá el coste de las emisiones de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> (parte Macroeconómica).

La formula del calcula del Coste Global según RD 244/2012 es la siguiente:

$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Fórmula 3. Coste Global (libro Rehabilitación energética en edificación)

Siendo:

T → período de cálculo.

C<sub>f(τ)</sub> → coste global (referido al año inicial T<sub>0</sub>) a lo largo del período de cálculo.

C<sub>i</sub> → coste de las inversiones iniciales de la medida o conjunto de medidas j.

C<sub>ai(j)</sub> → coste anual durante el año i de la medida o conjunto de medidas j.

C<sub>ci(j)</sub> → es el coste del carbono de la medida o conjunto de medidas j durante un año i.

V<sub>f(τ)(j)</sub> → es el valor residual de la medida o conjunto de medidas j al final del período de calculo (actualizado al inicial T<sub>0</sub>).

R<sub>d(p)</sub> → es el factor de actualización aplicable al año i, basado en la tasa de actualización r, y es el número por el que se multiplica el flujo de tesorería registrado en un momento dado para obtener su valor equivalente en el momento inicial; este factor se deriva de la tasa de actualización. Se calcula de la siguiente forma:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + r/100} \right)^p$$

Fórmula 4. Factor de Actualización (libro Rehabilitación energética en edificación)

Siendo:

$p \rightarrow$  el número de años desde el año inicial.

$r \rightarrow$  es la tasa de actualización real que tomamos como referencia.

Como es una suma de costes será necesario calcular cada tipo de coste y tener en cuenta que tasa de actualización aplicar. Tipos de costes a tener en cuenta:

**Coste de inversión inicial:** son todos los costes de todo lo que se tenga que realizar para poder entregar la vivienda para su uso normal, sería lo que viene a ser el PEC (Presupuesto de ejecución por contrata).

**Coste de mantenimiento:** es el coste anual de las medidas necesarias para la buena conservación de los elementos del edificio, como por ejemplo limpieza, inspecciones, reparaciones.

**Coste de eliminación:** costes de la demolición del edificio o un elemento del edificio, con su retirada, transporte y reciclaje.

**Coste anual:** es la suma de los costes de las facturas de las diferentes energías.

**Coste de sustitución:** es el coste del cambio de algún elemento que haya llegado a su vida útil por uno nuevo.

**Coste de las emisiones de gases efecto invernadero:** es el valor económico de las emisiones de CO<sub>2</sub> que tiene el edificio. Para las emisiones hasta el 2025 el precio por tonelada es de 20€, hasta el 2030 30€/t y desde el 2030 50€/t.

**Tasa de actualización:** sirve para comparar en diferentes períodos el valor del dinero, según el RD244/2012 se debe elegir un 4%, en este trabajo se comparará también eligiendo un número por arriba y otro por abajo para corroborarlo.

**Incertidumbres del cálculo:** Los análisis a largo plazo con llevan a formar parte de muchos otros factores como el tiempo (no se debe superar los 30 años), valores de las emisiones de CO<sub>2</sub> y del gasto de energía, los precios, la tasa de actualización, otros costes, externalidades.

Así se conseguirá hacerse una idea si las medidas serán más o menos costo-eficientes, aparte de ser más o menos rentables a largo plazo.

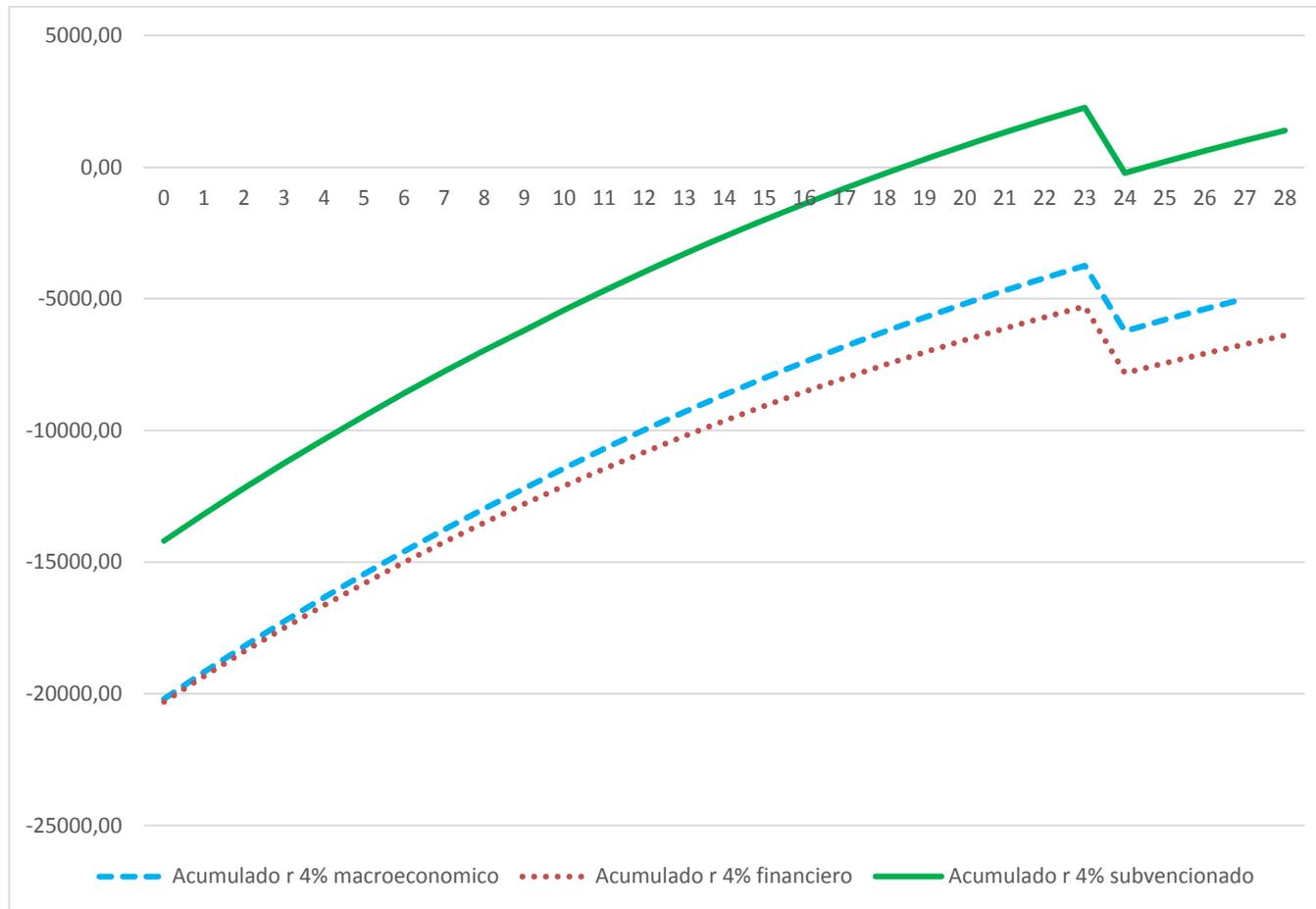
Además el método de Coste Óptimo no tiene en cuenta aspectos que revierten positivamente en el propietario y en la sociedad como por ejemplo:

- Aumento del valor de la Propiedad.
- Favorece al sector de la construcción, fomentando la economía tanto dando trabajo a empresas de la construcción, sector inmobiliario, como a las administraciones con los impuestos que se deben pagar al realizar una reforma (IVA de la factura, Tasa Urbanísticas...).
- Favorece al medio ambiente, puesto que se consiguen menos emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Mejor aspecto estéticamente en la zona que seguramente revertirá en una activación de la demanda de viviendas en el área.
- Aumenta el confort térmico en las viviendas y disminuye la probabilidad de que se den situaciones de pobreza energética al disminuir la demanda energética.

Como según la normativa europea RD 244/2012 en la que se plantean dos formas para calcular el Coste Óptimo y cada país ha elegido si lo calculan mediante en enfoque financiero o el macroeconómico, en España han decidido que se utilizará el cálculo financiero, igualmente en este trabajo se ha elegido calcularlo mediante las dos formas. Además también se ha tenido un tercer análisis, suponiendo que se las reformas de las viviendas son subvencionadas, junto con el enfoque Se va a realizar un análisis de sensibilidad, proponiendo varias tasas de actualización, el 4% como propone el RD244/12 para el enfoque macroeconómico, y una tasa inferior del 1% y otra superior del 5%, como se puede apreciar en el Anexo 4.

### 10.1. VIVIENDAS TIPO A

Según el análisis económico realizado a la vivienda tipo A siguiendo el método de Coste Óptimo con el programa Excel, el resultado es el siguiente gráfico.



Gráfica 1. Análisis de sensibilidad del Coste Óptimo vivienda Tipo A, hipótesis tasa 4%.

Como se puede apreciar en la gráfica 1, tanto con el enfoque financiero como el macroeconómico no se llegan nunca a recuperar la inversión, esto es debido a que, por ejemplo, en la parte de instalaciones no se ha elegido la opción más barata, sino una de las opciones que mejores prestaciones en cuanto a la eficiencia energética, puesto que el trabajo está basado en mejorar el edificio en cuanto al aumento de la eficiencia energética. No obstante también se puede ver que con la opción de tener acceso a una subvención sí que se consigue recuperar la inversión. Cabe destacar que al estar estas viviendas en una zona de un nivel alto de pobreza, son susceptibles de acogerse a posibles ayudas, no sólo específicas de regeneración energética, sino también ayudas más sociales como las que pudieran derivarse de un posible Plan de Inclusión Social.

En la siguiente tabla se adjuntan los diferentes costes e hipótesis que se han tenido en cuenta para realizar el análisis de sensibilidad mediante los diferentes cálculos que se han nombrado anteriormente.

Termino	Explicación	Valor estimado y fuente
$\tau$	Periodo de cálculo	30 años
	Año de inicio, $\tau_0$ , 2020	R244/2012 sugiere 30 años para edificios residenciales y públicos
$C_i$	Coste de inversión inicial por medida o conjunto de medidas j	Coste de renovación de fachadas, ventanas, cubiertas y sustitución de las instalaciones (base de datos de precios <a href="http://www.generadordeprecios.info">www.generadordeprecios.info</a> y <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> ). 22462,13€ en $\tau_0$ Subvención de 6000€/vivienda
$C_{a,i(j)}$	Coste anual durante el año i por medida o conjunto de medidas j	Coste de electricidad: 0.145€/kWh (ahorro entre el edificio actual i el reformado: 78,58* kWh/m <sup>2</sup> -año en 101m <sup>2</sup> ): 1150,80€/año  Coste de mantenimiento de la bomba de calor: 100€/año

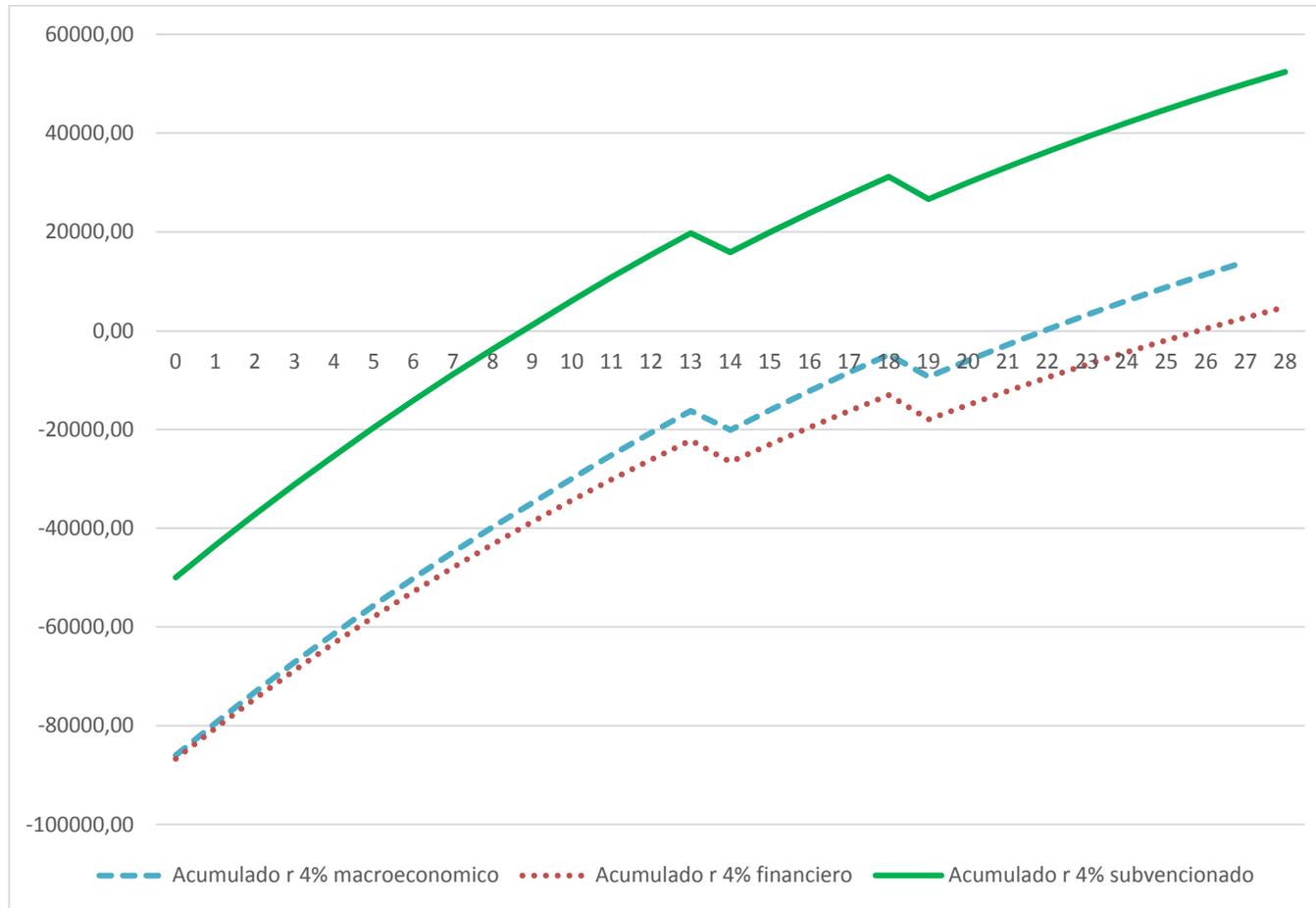
		Coste de reemplazo: bomba de calor 25 años de vida útil: 7800€
<b>C<sub>ci(j)</sub></b>	Coste de emisiones de CO <sub>2</sub> por medida o conjunto de medidas j durante el año i	Ahorro del edificio actual al refromado: 26,61 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -año en 101m <sup>2</sup> . Precios CO <sub>2</sub> (valores recomendados por el R244 / 2012): 20€/t hasta 2025; 30€/t hasta 2030; 50€/t desde 2030
<b>V<sub>f,t(j)</sub></b>	Valor residual de la medida o conjunto de medidas j al final del período de cálculo (descontado el del año de inicio τ <sub>0</sub> )	El valor residual se considera cero.
<b>R<sub>d(p)</sub></b>	Factor de actualización aplicable al año i, se calcula con la siguiente formula $R_d(p) = (1/(1+r/100))^p$ donde p: número de años desde el año inicial τ <sub>0</sub> r: tasa de actualización real que tomamos como referencia	El RD 244/2012 también dice que se deben tener en cuenta al menos dos tasas para el análisis de sensibilidad. Se debe realizar el análisis de sensibilidad, desde el enfoque macroeconómico con un 4% (acordado por la Comisión Europea el 2009 en las Directrices del Reglamento Europeo). Análisis realizado con: r: 4% (En el Anexo 4 se puede ver el cálculo realizado para r <sub>1</sub> : 1%, r <sub>2</sub> : 4% y r <sub>3</sub> : 5%)

\*Para calcular los Kwh/m<sup>2</sup>año, se ha tenido que dividir entre el factor 2 al dato que daba el CE3X del consumo de energía primaria no renovable, ya que esta energía se ha tenido que transformar en energía final para poder realizar el cálculo, se ha obtenido este factor de la página web <https://www.certificadosenergeticos.com/coeficientes-de-paso-rite-energia-final-primaria-emisiones-co2>

Tabla 28. Definiciones de los términos utilizados en el análisis de sensibilidad del Coste Optimo vivienda Tipo A

### 10.2. VIVIENDAS TIPO B

Mediante el análisis económico realizado a la vivienda tipo B siguiendo el método de Coste Óptimo con el programa Excel, el resultado es el siguiente gráfico.



Gráfica 2. Análisis de sensibilidad del Coste Óptimo vivienda Tipo B, hipótesis tasa 4%.

Como se puede apreciar en las viviendas Tipo B se consigue recuperar la inversión inicial en los 3 posibles casos de análisis financiero, macroeconómico y el macroeconómico subvencionado. Según la gráfica en los sistemas financiero y macroeconómico se recupera la inversión a partir de los 21 años, pero con el supuesto de una inversión de 6000€, el análisis es muy favorable, ya que a los 9 años ya se ha recuperado.

En la siguiente tabla se adjuntan los diferentes costes que se han tenido en cuenta para realizar el análisis de sensibilidad mediante los diferentes cálculos que se han nombrado anteriormente.

Termino	Explicación	Valor estimado y fuente
$\tau$	Periodo de cálculo	30 años
	Año de inicio, $\tau_0$ , 2020	R244/2012 sugiere 30 años para edificios residenciales y públicos
$C_i$	Coste de inversión inicial por medida o conjunto de medidas j	Coste de renovación de fachadas, ventanas, cubiertas y sustitución de las instalaciones (base de datos de precios <a href="http://www.generadordeprecios.info">www.generadordeprecios.info</a> y <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> ). 100738,33€ en $\tau_0$ (16789,72€/vivienda) Subvención de 6000€/vivienda
$C_{a,i(j)}$	Coste anual durante el año i por medida o conjunto de medidas j	Coste de electricidad: 0.145€/kWh (ahorro entre el edificio actual i el reformado: 122,64* kWh/m <sup>2</sup> -año en 428,1m <sup>2</sup> ): 7612,51€/año Coste de mantenimiento de la instalación solar y caldera: 150€/vivienda al año Coste de reemplazo: caldera y acumulador 15 años de vida útil: 2425€/vivienda Coste de reemplazo: aire acondicionado 20 años de vida útil: 2918€/vivienda

<b>C<sub>ci(j)</sub></b>	Coste de emisiones de CO <sub>2</sub> por medida o conjunto de medidas j durante el año i	Ahorro del edificio actual al refomado: 40,9 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año). Precios CO <sub>2</sub> (valores recomendados por el R244 / 2012): 20€/t hasta 2025; 30€/t hasta 2030; 50€/t desde 2030
<b>V<sub>f,τ(j)</sub></b>	Valor residual de la medida o conjunto de medidas j al final del período de cálculo (descontado el del año de inicio τ <sub>0</sub> )	El valor residual se considera cero.
<b>R<sub>d(p)</sub></b>	Factor de actualización aplicable al año i, se calcula con la siguiente formula $R_d(p) = (1/(1+r/100))^p$ donde p: número de años desde el año inicial τ <sub>0</sub> r: tasa de actualización real que tomamos como referencia	El RD 244/2012 también dice que se deben tener en cuenta al menos dos tasas para el análisis de sensibilidad.  Se debe realizar el análisis de sensibilidad, desde el enfoque macroeconómico con un 4% (acordado por la Comisión Europea del 2009 en las Directrices del Reglamento Europeo). Análisis realizado con: r: 4%  (En el Anexo 4 se puede ver el cálculo realizado para r <sub>1</sub> : 1%, r <sub>2</sub> : 4% y r <sub>3</sub> : 5%)

\*Para calcular los Kwh/m<sup>2</sup>año, se ha tenido que dividir entre el factor 2 al dato que daba el CE3X del consumo de energía primaria no renovable, ya que esta energía se ha tenido que transformar en energía final para poder realizar el cálculo, se ha obtenido este factor de la página web <https://www.certificadosenergeticos.com/coeficientes-de-paso-rite-energia-final-primaria-emisiones-co2>

Tabla 29. Definiciones de los términos utilizados en el análisis de sensibilidad del Coste Optimo vivienda Tipo B

## 11. CONCLUSIONES

De la realización del presente TFG se puede sintetizar las siguientes conclusiones:

- Se observa la necesidad de intervenir en regenerar energéticamente en un sector de las viviendas, especialmente las construidas en el periodo posterior a la Guerra Civil y hasta la entrada en vigor de la primera normativa de edificación referente a condiciones térmicas NTE-CT-79 , puesto que tienen una construcción de baja calidad y muchas se encuentran en condiciones muy precarias.
- Las Administraciones tienen el poder de potencializar las rehabilitaciones de las viviendas más vulnerables por medio de subvenciones que se pueden materializar con planes de ayuda de distinto tipo como los Planes de Rehabilitación o Regeneración Energética o los Planes de Inclusión Social, para que todos los ciudadanos puedan tener la oportunidad de mejorar sus viviendas mediante ayudas económicas.
- Este trabajo realiza el análisis de la eficiencia energética de dos tipos de viviendas en un área vulnerable de la Vall d'Uixó, se han seleccionado soluciones en base a una valoración multicriterio. Las conclusiones se sintetizan a continuación:
  - Para una vivienda unifamiliar, Tipo A, se consigue una calificación energética C mediante las reformas seleccionadas, partiendo de una letra E.
  - Para un bloque de viviendas, Tipo B, parte de una calificación energética G y finalmente con los cambios sugeridos se llega a una letra C.
  - En la vivienda Tipo A, no se consigue un retorno de la inversión inicial a no ser que se subvencione, en el supuesto de que se les subvencione a cada vivienda con 6000 €, se consigue recuperar la inversión a los 18 años.
  - En las viviendas Tipo B, se consigue un retorno de la inversión a partir de los 21 años con el enfoque macroeconómico y 25 años con el financiero, y con el supuesto de una subvención de 6000 €, se recupera la inversión inicial a los 9 años.
- La información obtenida podría ser de ayuda para la toma de decisiones de la Administración, concretamente para decidir cómo distribuir sus recursos económicos destinados a regeneración y renovación de vivienda.

Los resultados de simulación energética de viviendas representativas de las dos tipologías analizadas, permite extrapolar los resultados a nivel de Barrio, obteniendo un orden de

magnitud a nivel de ahorros energéticos y reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>. Se obtendrían además beneficios adicionales como son la mejora del confort, acústico, etc. de las viviendas, y aumento del valor de las viviendas, activación del sector de la rehabilitación, etc.

Al ser 100 vivienda Tipo A y 192 vivienda Tipo B, probablemente la mejor opción sería que todos se uniesen para realizar las reformas con las mismas empresas y así conseguir unos mejores costes económicos, puesto que para las empresas de construcción sería muy favorable, los propietarios ahorrarían dinero y la Administración a parte de ayudar con las subvenciones, ganaría también dinero con los impuestos provenientes de estas nuevas reformas.

- Al realizar la reforma en todas las viviendas Tipo A, se conseguiría un ahorro total en emisiones de CO<sub>2</sub> de 269 toneladas al año, y un ahorro en las facturas de energía de 115.000€ al año.
  - En las viviendas Tipo B al realizar en todas la reforma, se conseguiría un ahorro total en emisiones de CO<sub>2</sub> de 560 toneladas al año, además de un ahorro en gasto de energía de 243.000€ al año.
- Como se puede apreciar en un simple barrio de una pequeña localidad ya se ahorran sobre las 800 toneladas en emisiones de CO<sub>2</sub> al año y en la factura energética más de 300.000€ al año. Si se amplía este proceso a muchas más viviendas en este municipio u otras localidades, en toda Europa e incluso en todo el mundo, los ahorros serán grandiosos y en un momento tan delicado en el que se encuentra el planeta, se convertiría en un aporte importante, junto con muchas otras ayudas dedicadas al freno del cambio climático global.

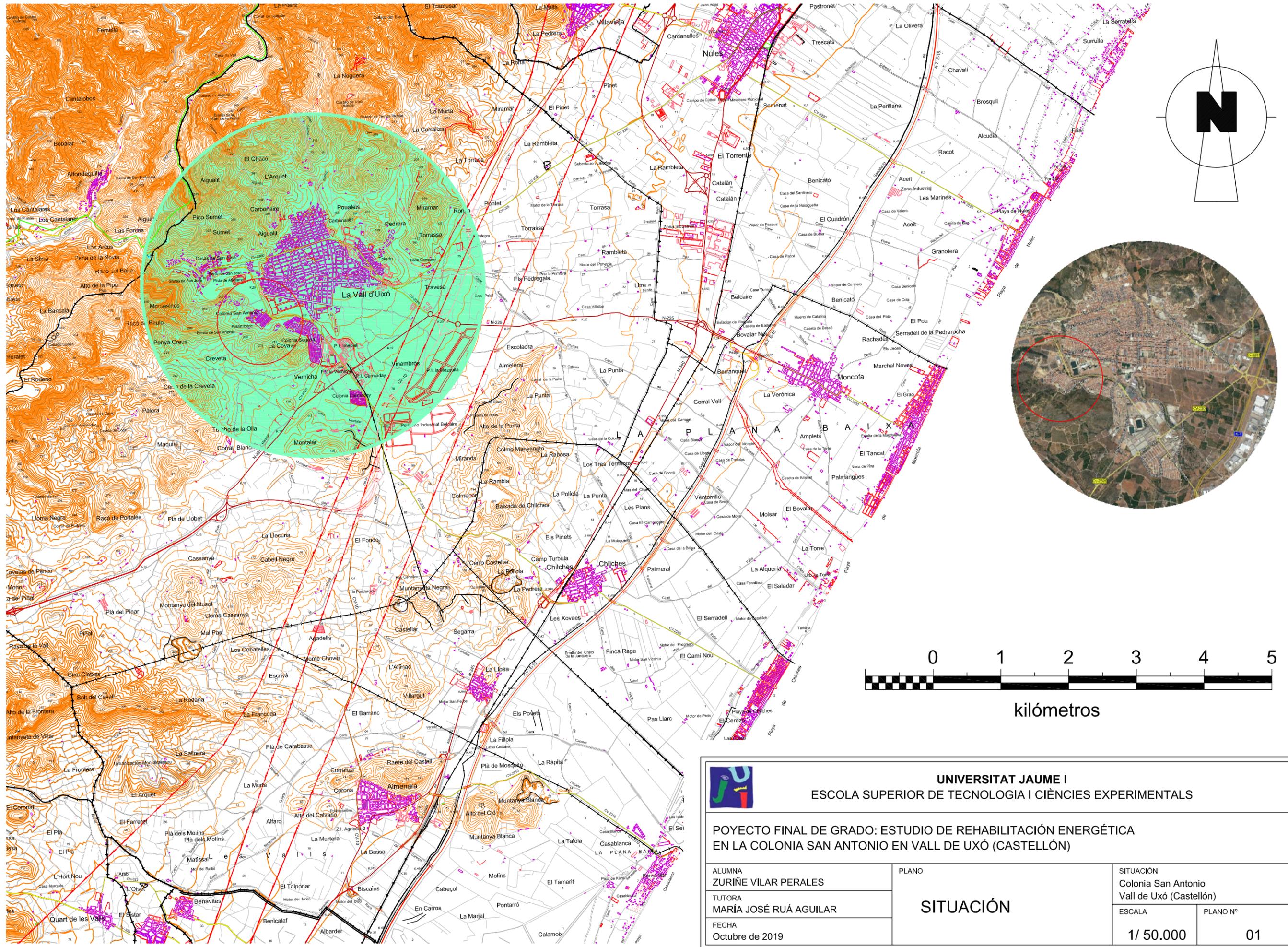
## 12.REFERENCIAS

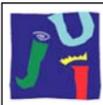
- Temes R. (2014), Valoración de la vulnerabilidad en las áreas residenciales de Madrid, *Eure*, Vol. 40, nº 119, pp.119-149.
- Alguacil J. (2006), Barrios desfavorecidos: diagnóstico de la situación española. En F. Vidal Fernández (Ed.), *V Informe FUEM de políticas sociales: La exclusión social y el estado del bienestar en España* (pp.155-168). Madrid: fuhem.
- Alguacil J. (2011, junio). Sobre la vulnerabilidad urbana. Presentación en Jornada La vulnerabilidad urbana en España: *Instrumentos para el análisis y políticas para la acción*. Foro de Debates: Ciudad y Territorio. Simposio realizado en la Secretaria de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas del Ministerio de Fomento, Madrid, 30 de junio de 2011.
- Antón F.; Cortés L.; Martínez C. y Navarrete J. (2008). *La exclusión residencial en España*. En A. Arriba González (Ed.), *Políticas y bienes sociales. Procesos de vulnerabilidad y exclusión social* (pp. 219-229). Madrid: Fundación Foessa (Fomento de Estudios Sociales y de Sociología Aplicada).
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Plan Nacional de Acción Para la Inclusión Social 2013-2016. Madrid: Centro de Publicaciones Paseo del Prado 18-20.
- Dirección General de Inclusión Social Secretaria Autonómica de Inclusión y de la Agencia Valenciana de la Igualdad Vicepresidencia y Conselleria de Igualdad y Políticas Inclusivas, (2016), *Plan Valenciano de Inclusión Social*, borrador agosto 2016.
- Méndez R.; Abad L.D. y Echaves C. (2015) Atlas de la crisis. Impactos socioeconómicos y territorios vulnerables en España. Ed Tirant Humanidades, Valencia.
- Generalitat Valenciana, Vicepresidència y Conselleria d'Igualtat y Polítiques Inclusive. *Plan Valenciano de Inclusión y Cohesión Social 2017-2022*.
- Generalitat Valenciana, Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio, 1ª edición, Catálogo de tipología edificatoria residencial Ámbito: España, IVE 2016.
- Escandón R.; Suárez R. and Sendra J.J., (2016). Protocol for the energy behavior assessment of social housing stock: the case of southern Spain, *Energy Procedia*, 96, 907-915.

- Monzón M.; López-Mesa B. (2018) Buildings performance indicators to prioritise multi-family housing renovations, *Sustainable Cities and Society* 38 109–122.
- Ruá M.J.; Braulio M.; Barragán A. (2017), *Rehabilitación energética en edificación*, Colección Sapientia 124, Universitat Jaume I.
- Braulio M., Tesis Doctoral, Propuesta metodológica para la caracterización del comportamiento energético pasivo del parque edificatorio residencial existente considerando su contexto urbano.
- Código Técnico de la Edificación, Ministerio de Fomento España, Secretaria del Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2013.
- Reglamento Delegado de la Unión Europea Nº244/2012 del 12 de enero 2012 que complementan las Directiva 2010/31/EU, Diario oficial de la unión Europea 21 de marzo 2012.
- Directrices que acompañan al Reglamento Europeo Nº244/2012 de la Comisión del 12 de enero 2012, Diario oficial de la unión Europea C 115/1.
- Plan general de ordenación urbana Vall d’Uxó.
- <http://www.generadordeprecios.info>, junio 2019
- [www.five.es](http://www.five.es), junio 2019
- [www.herramientas.baxi.es](http://www.herramientas.baxi.es), agosto 2019
- [www.pateco.org](http://www.pateco.org), octubre 2017
- [www.lavallduixo.es](http://www.lavallduixo.es), octubre 2017
- <https://www.foro-ciudad.com/castellon/la-vall-duixo>, octubre 2017
- <http://www.pegv.gva.es/va>, octubre 2017
- <https://es.wikipedia.org>, octubre 2017
- <http://www.argos.gva.es>, octubre 2017
- <https://www.certificadosenergeticos.com/coeficientes-de-paso-rite-energia-final-primaria-emisiones-co2>, septiembre 2019

- [www.autosolar.es](http://www.autosolar.es), septiembre 2019
- [www.brico-ventana.es](http://www.brico-ventana.es), agosto 2019
- <https://www.certificadosenergeticos.com/coeficientes-de-paso-rite-energia-final-primaria-emisiones-co2>, septiembre 2019
- <https://instalacionescollado.wordpress.com/2013/06/06/spa-super-digital-de-toshiba-cuando-quieres-empezar-a-ahorrar/>, septiembre 2019

## 13. ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

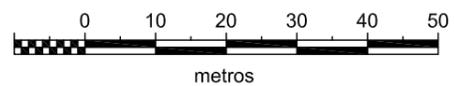


 <p><b>UNIVERSITAT JAUME I</b>  <b>ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS</b></p>		<p><b>POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)</b></p>	
<p>ALUMNA  <b>ZURIÑE VILAR PERALES</b></p>	<p>PLANO</p> <p><b>SITUACIÓN</b></p>	<p>SITUACIÓN          Colonia San Antonio          Vall de Uxó (Castellón)</p>	
<p>TUTORA  <b>MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR</b></p>		<p>ESCALA  <b>1/ 50.000</b></p>	<p>PLANO Nº  <b>01</b></p>
<p>FECHA  <b>Octubre de 2019</b></p>			



VIVIENDA PLURIFAMILIAR TIPO B

VIVIENDA UNIFAMILIAR TIPO A



**UNIVERSITAT JAUME I**  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES

PLANO

SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)

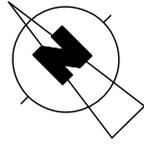
TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR

**EMPLAZAMIENTO**

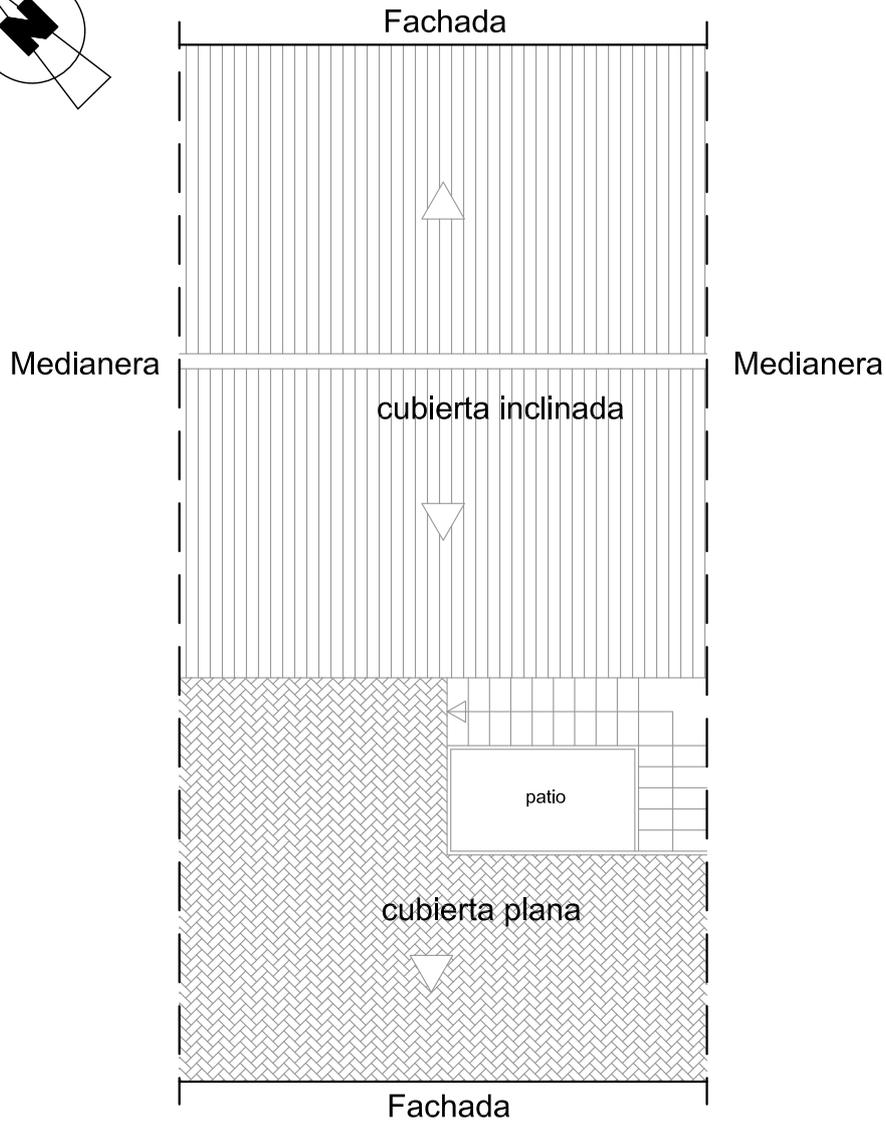
ESCALA  
1/ 1.000

PLANO Nº  
02

FECHA  
Octubre de 2019



Grupo Colonia San Antonio



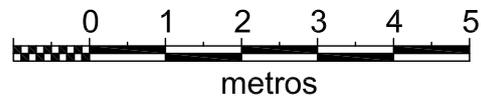
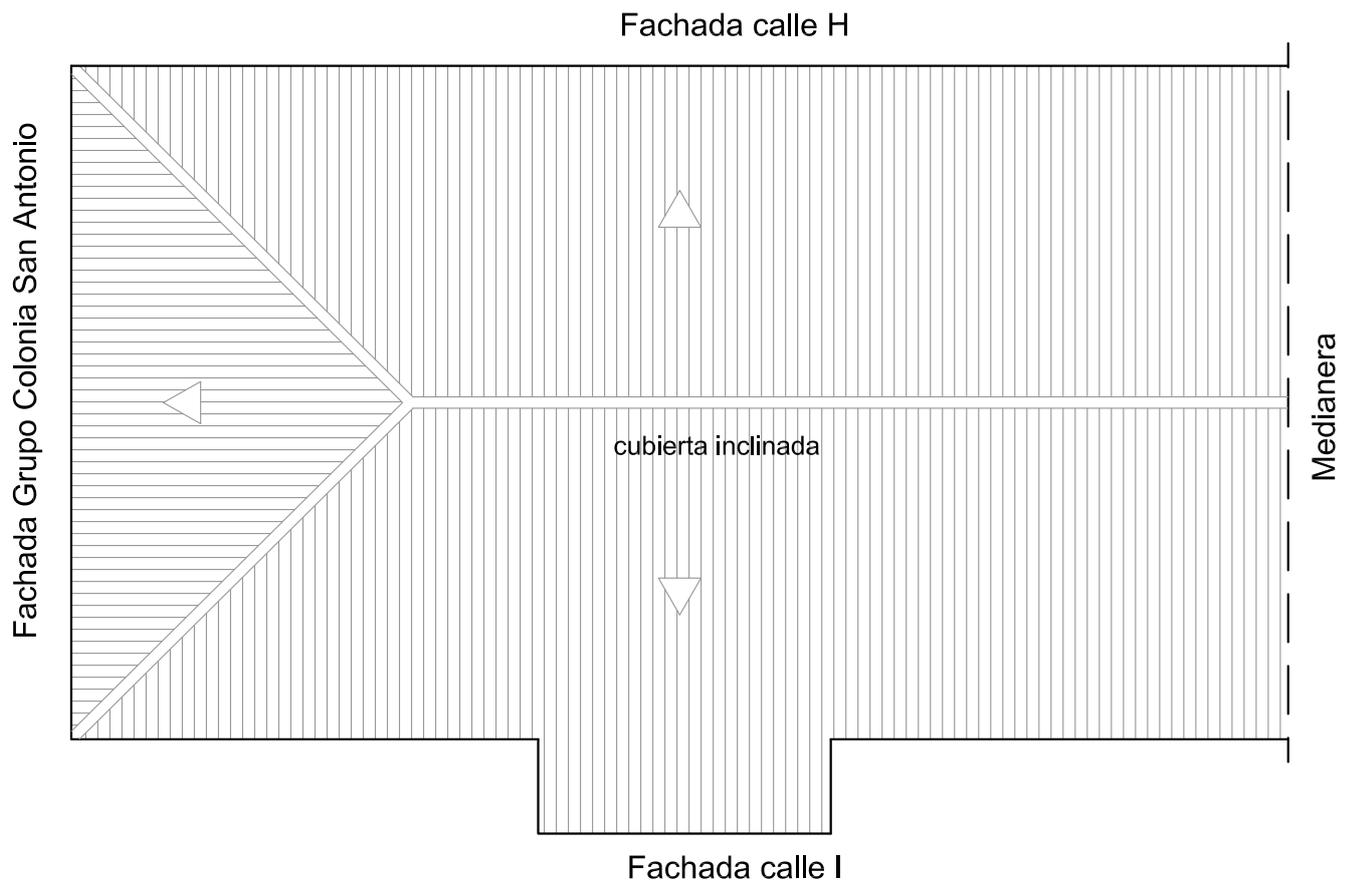
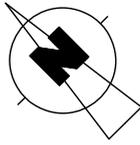
UNIVERSITAT JAUME I  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES  
TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR  
FECHA  
Octubre de 2019

PLANO  
**VIVIENDA TIPO A  
CUBIERTA**

SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)  
ESCALA  
1/ 100  
PLANO Nº  
03



**UNIVERSITAT JAUME I**  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES  
TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR  
FECHA  
Octubre de 2019

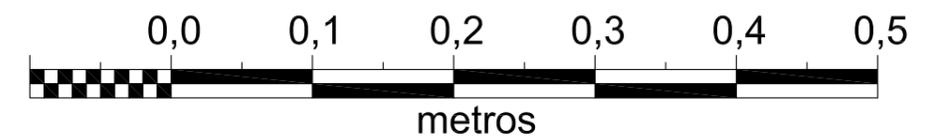
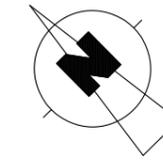
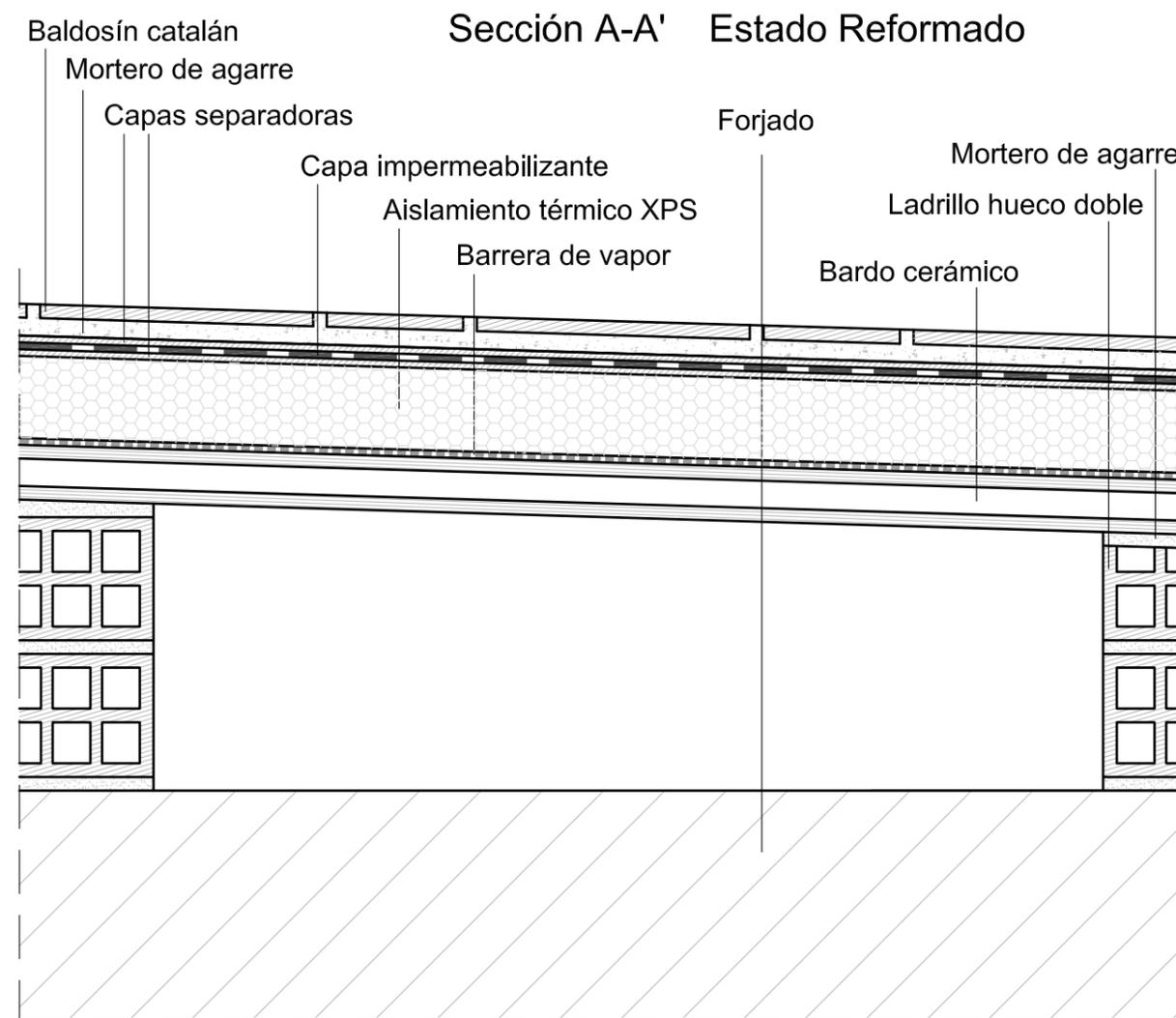
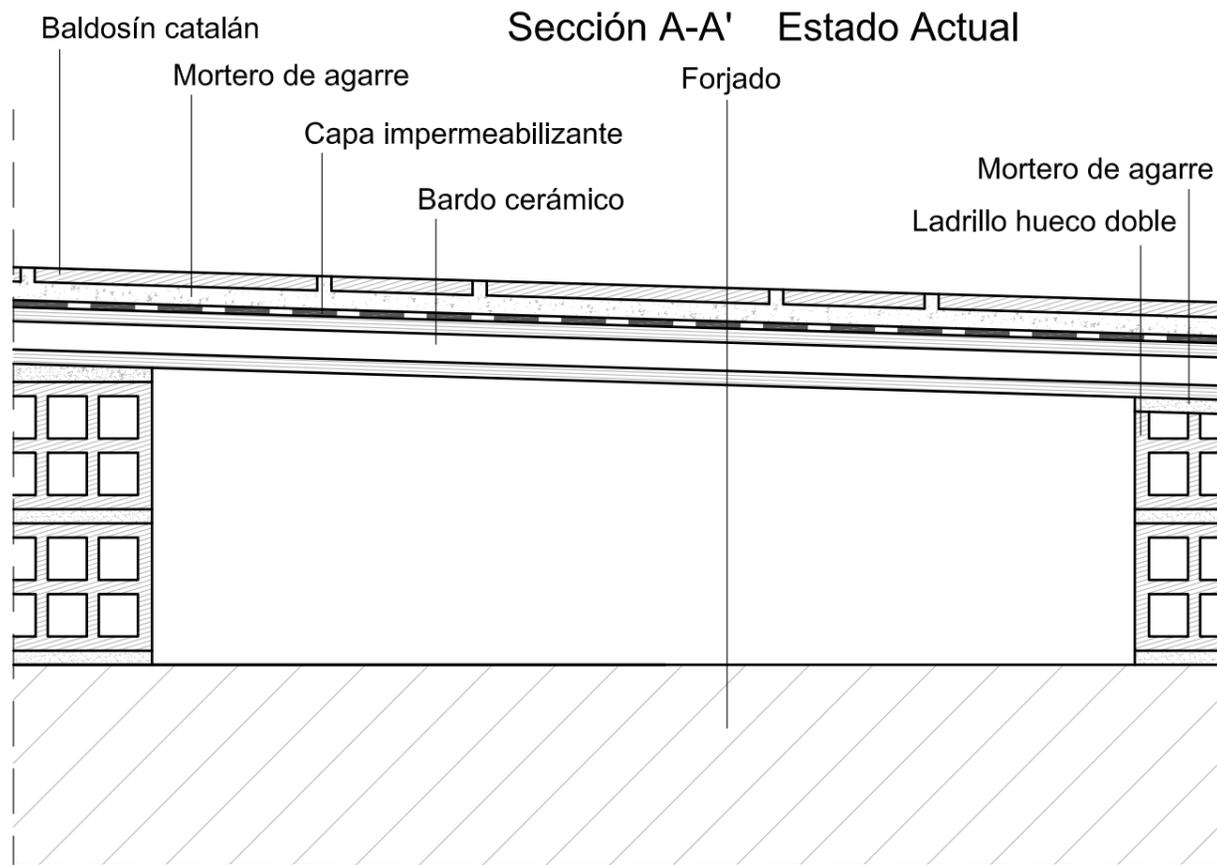
PLANO

**VIVIENDA TIPO B**  
**CUBIERTA**

SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)

ESCALA  
1/ 100

PLANO Nº  
04



**UNIVERSITAT JAUME I**  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES

TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR

FECHA  
Octubre de 2019

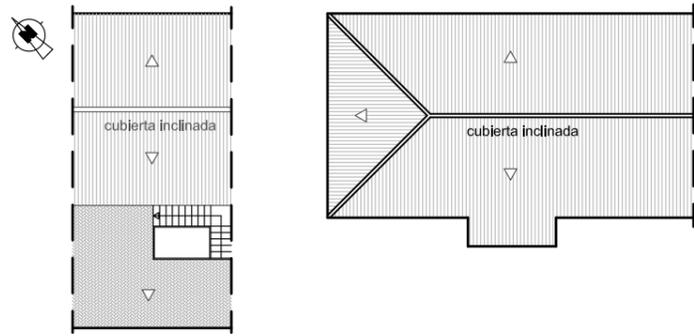
PLANO

**CUBIERTA PLANA  
DETALLES**

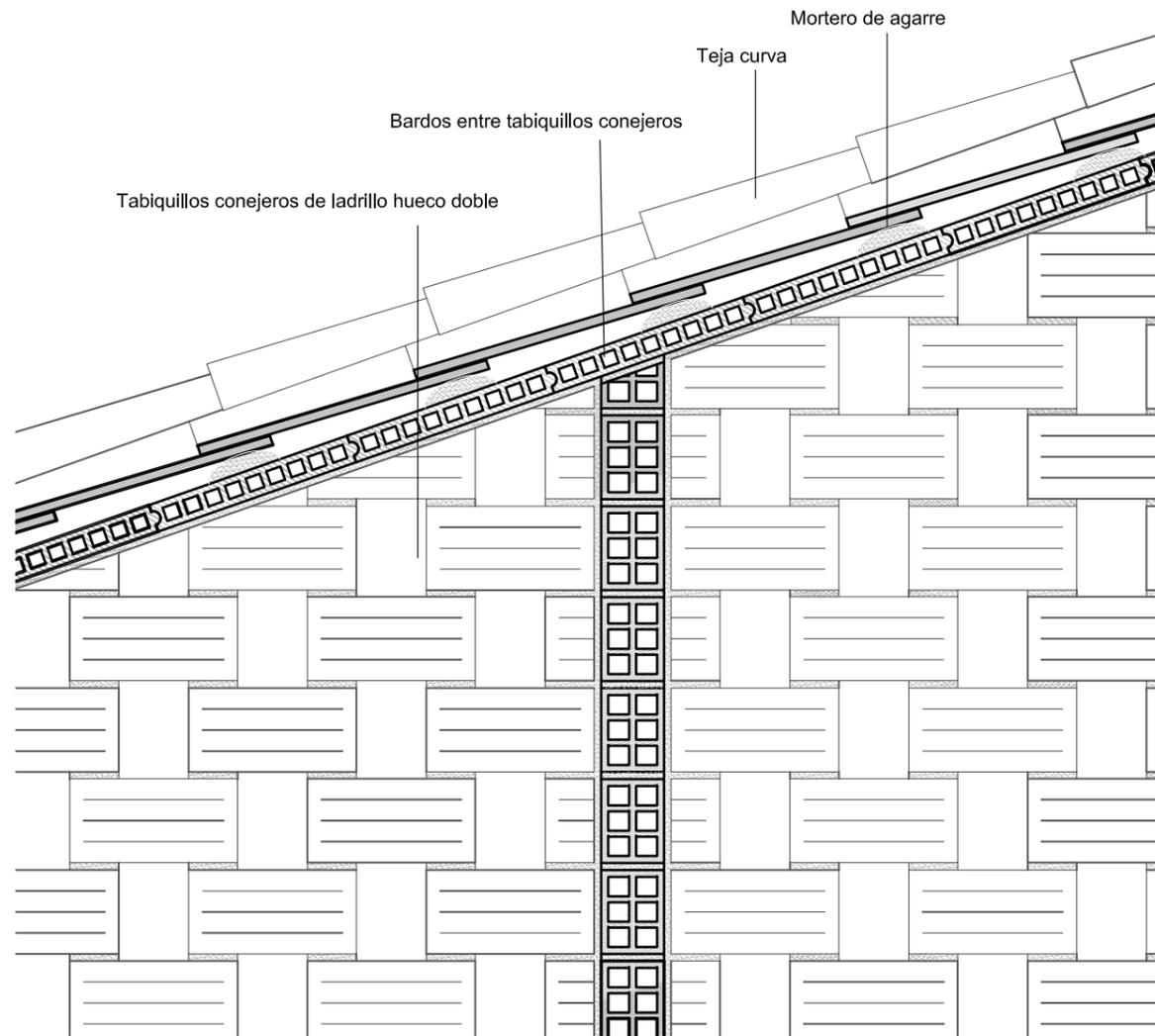
SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)

ESCALA  
1/5

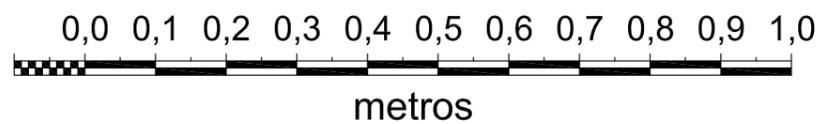
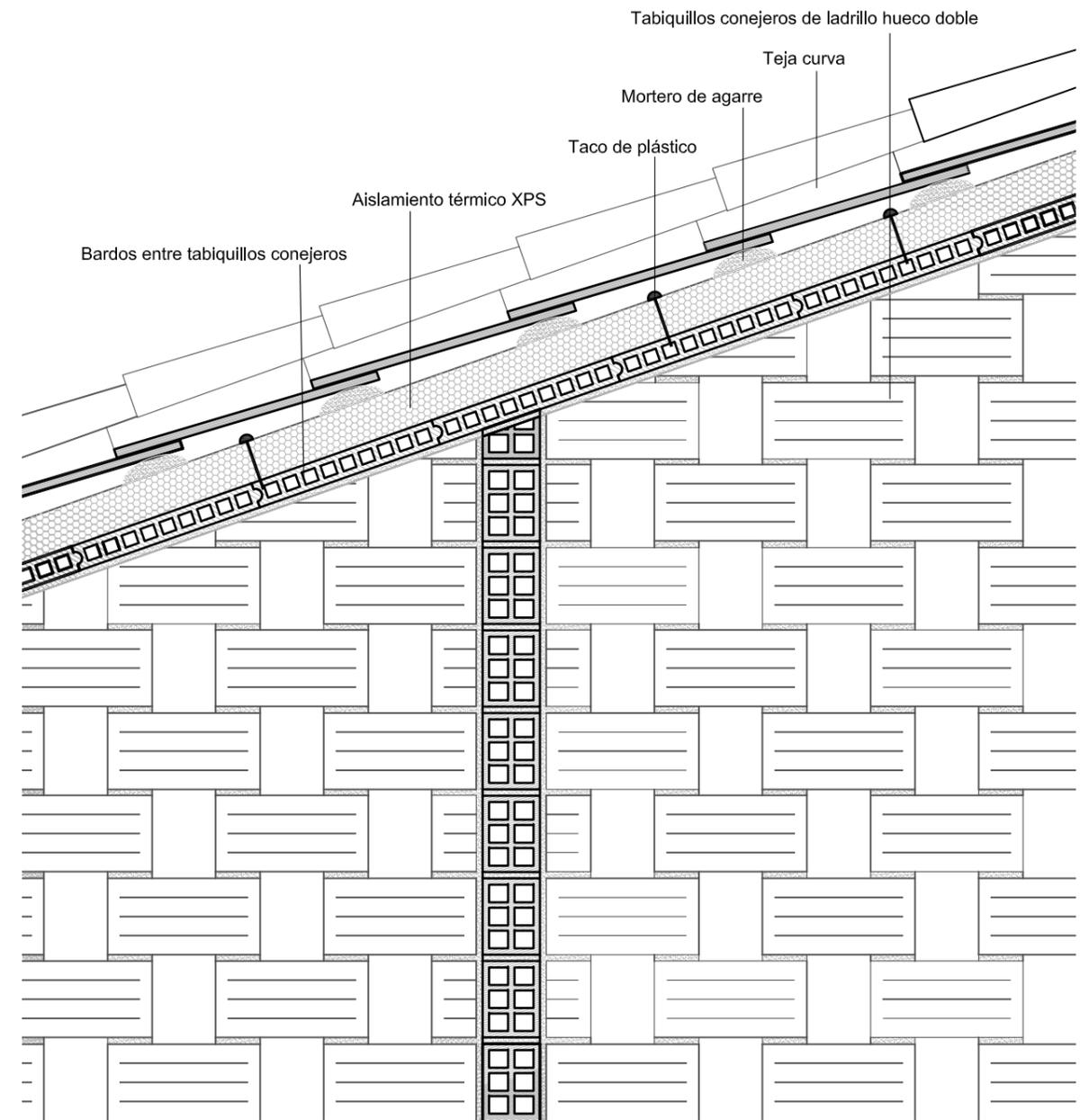
PLANO Nº  
05



Estado Actual



Estado Reformado



UNIVERSITAT JAUME I  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES

PLANO

SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)

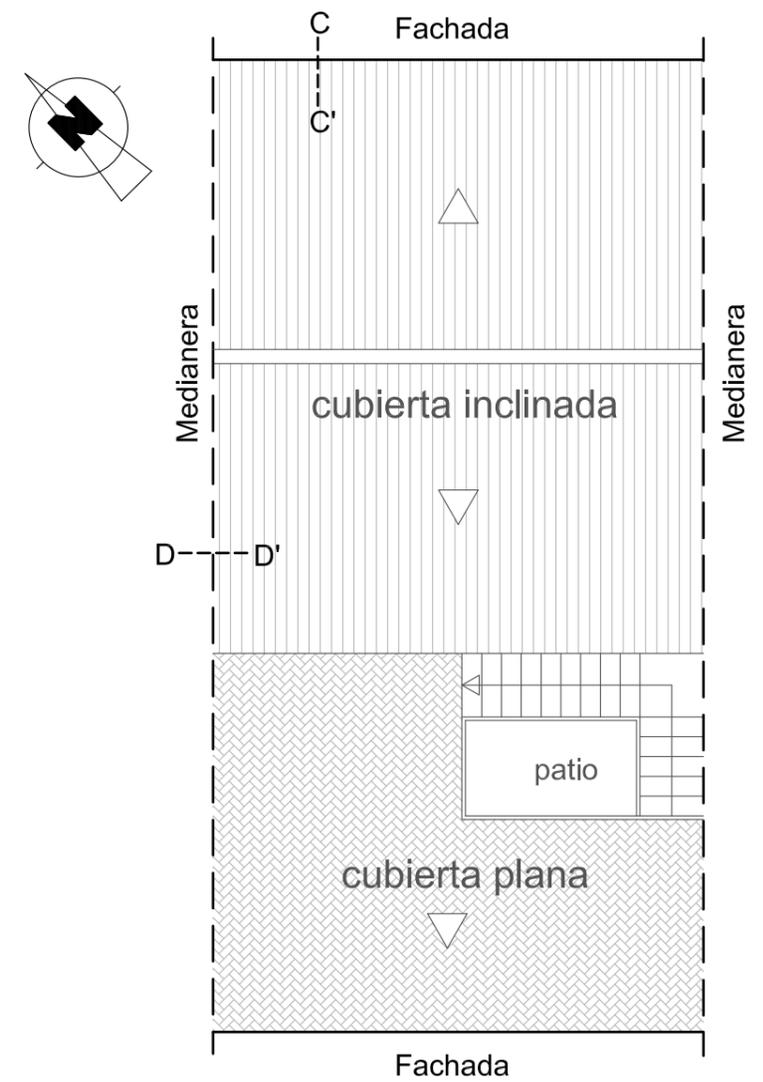
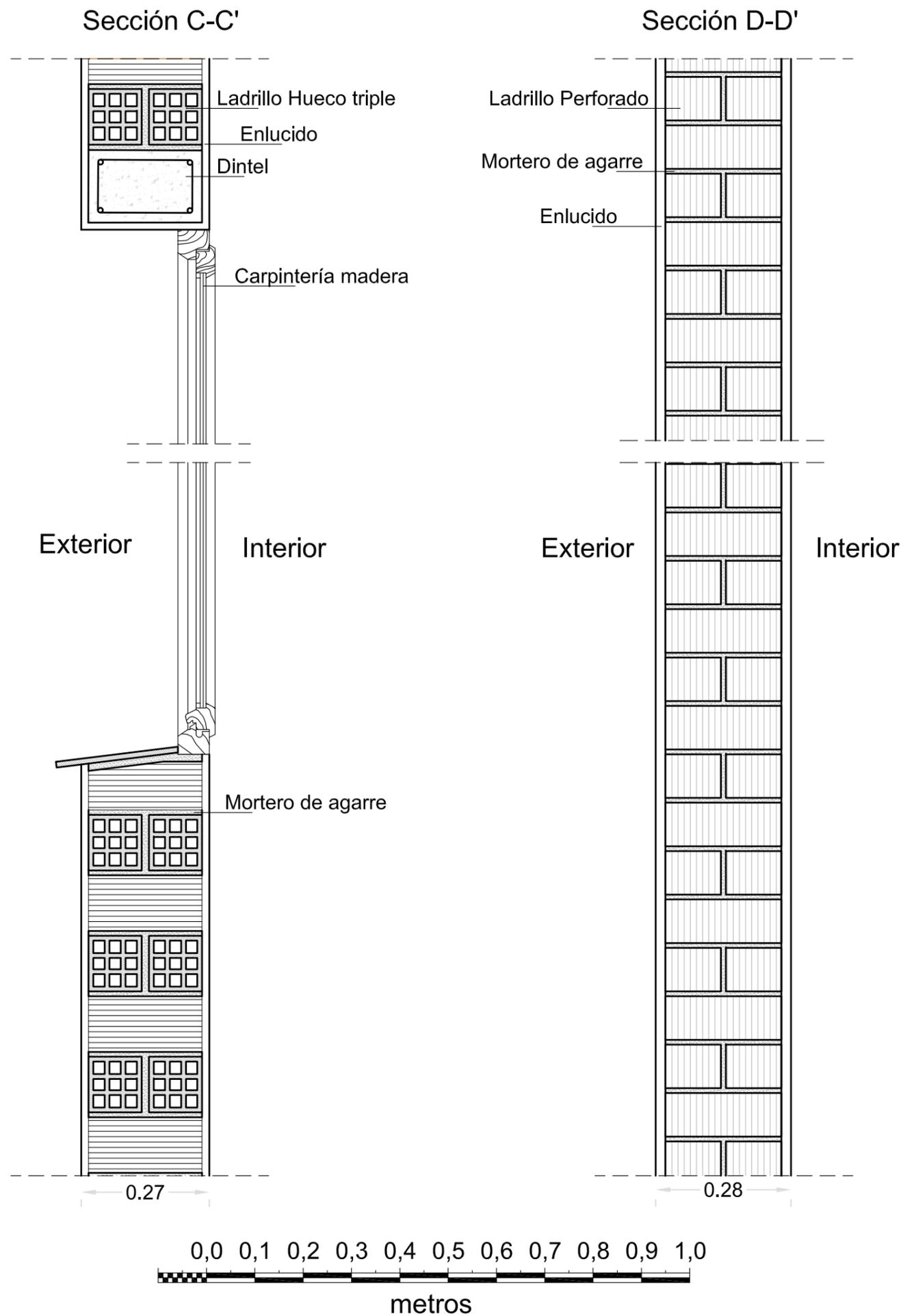
TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR

CUBIERTA INCLINADA  
DETALLES

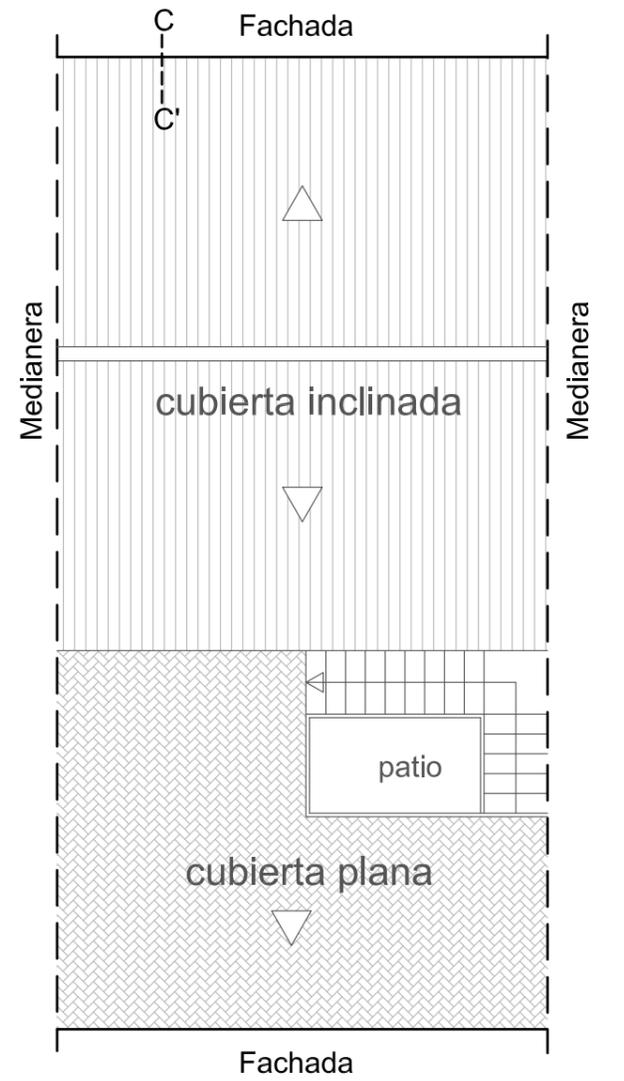
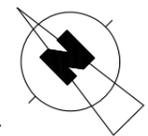
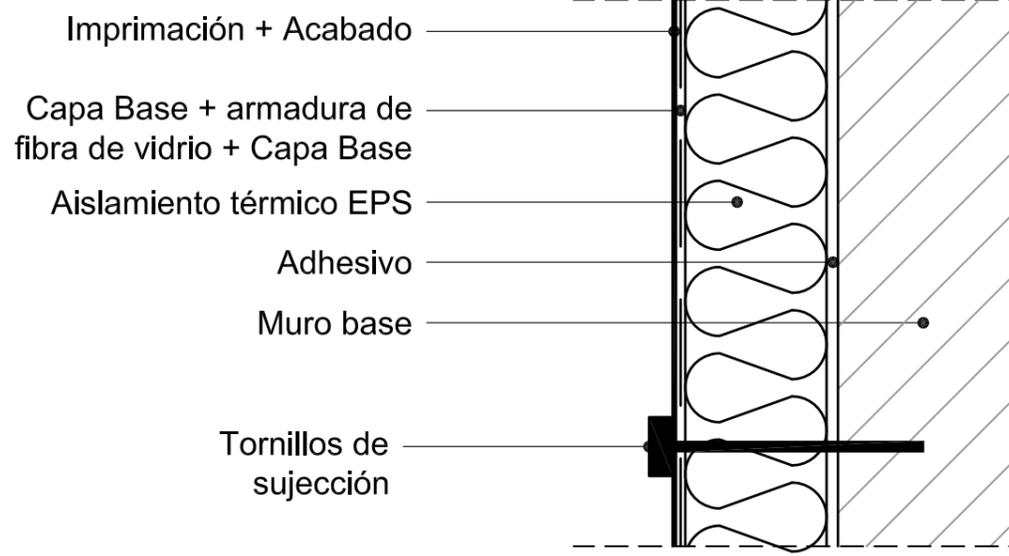
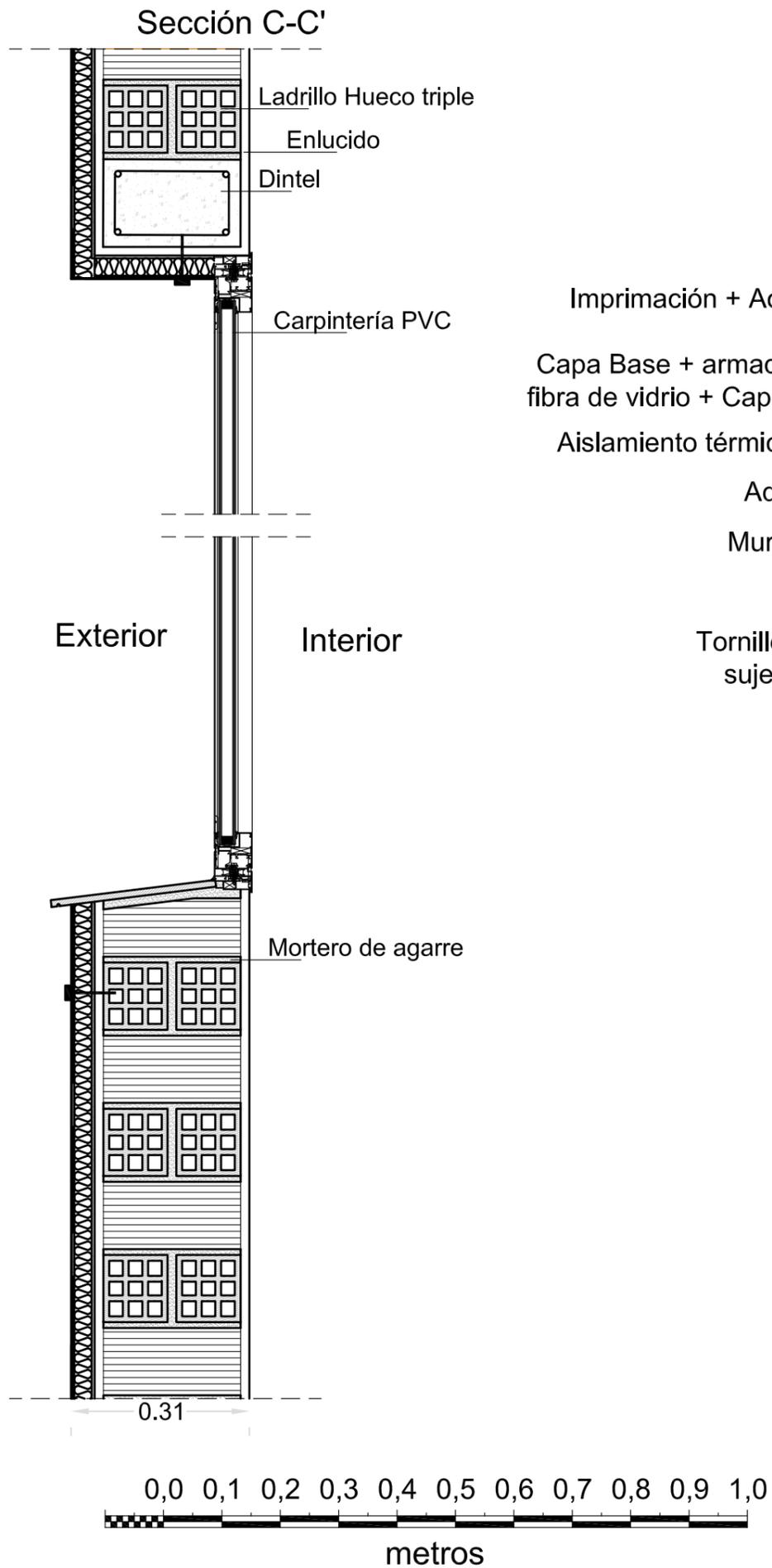
ESCALA  
1/ 10

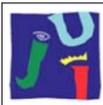
PLANO Nº  
06

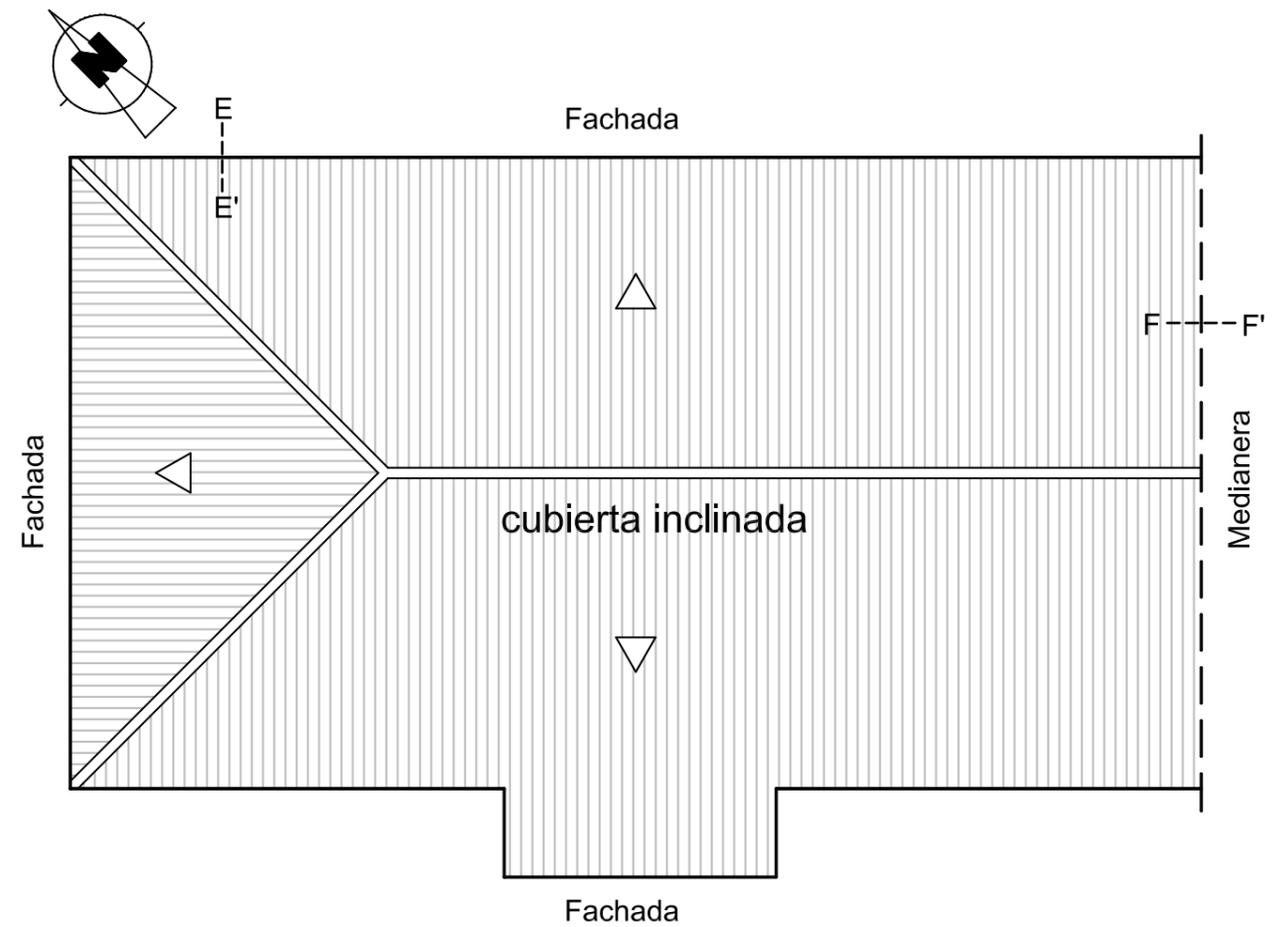
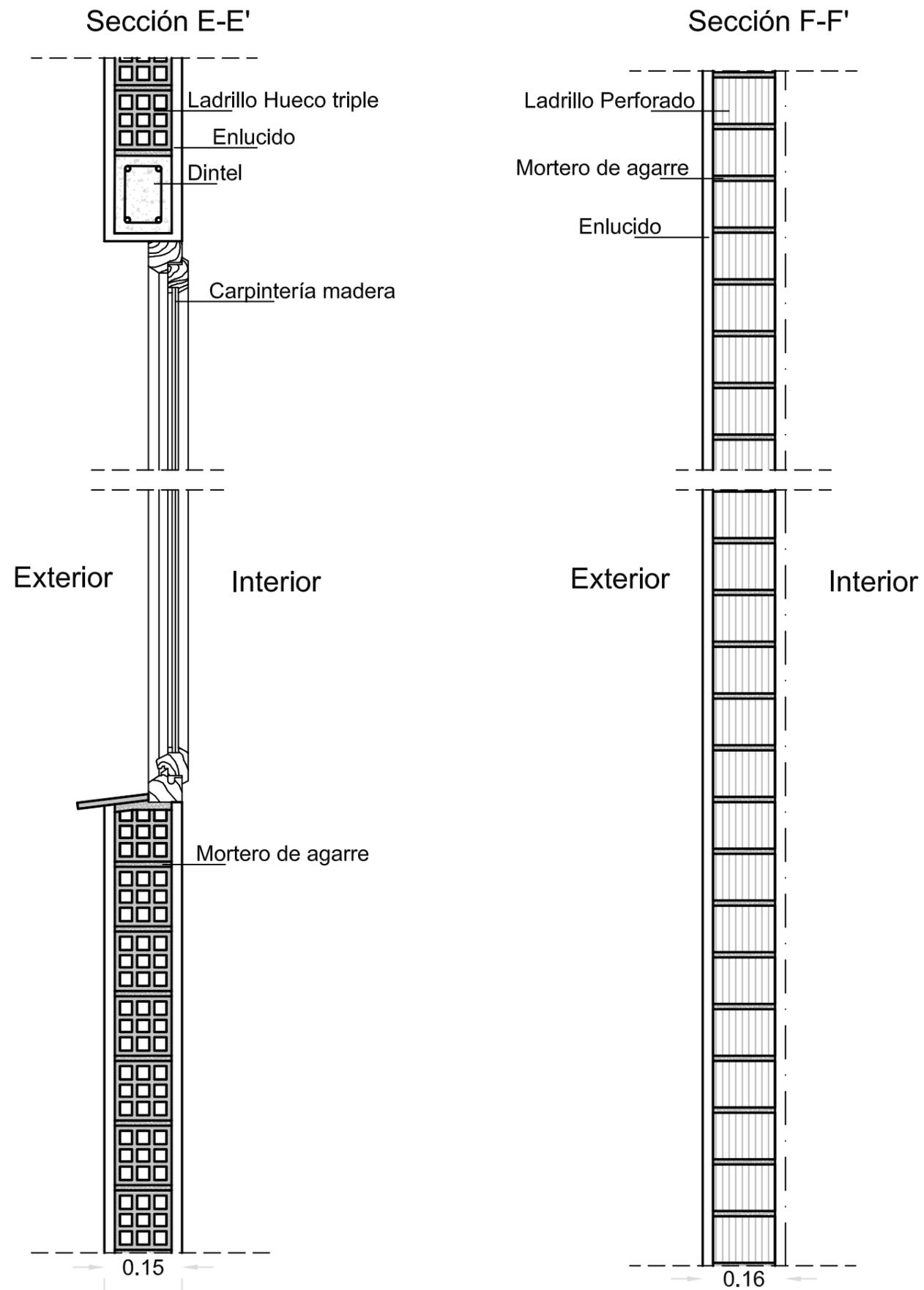
FECHA  
Octubre de 2019



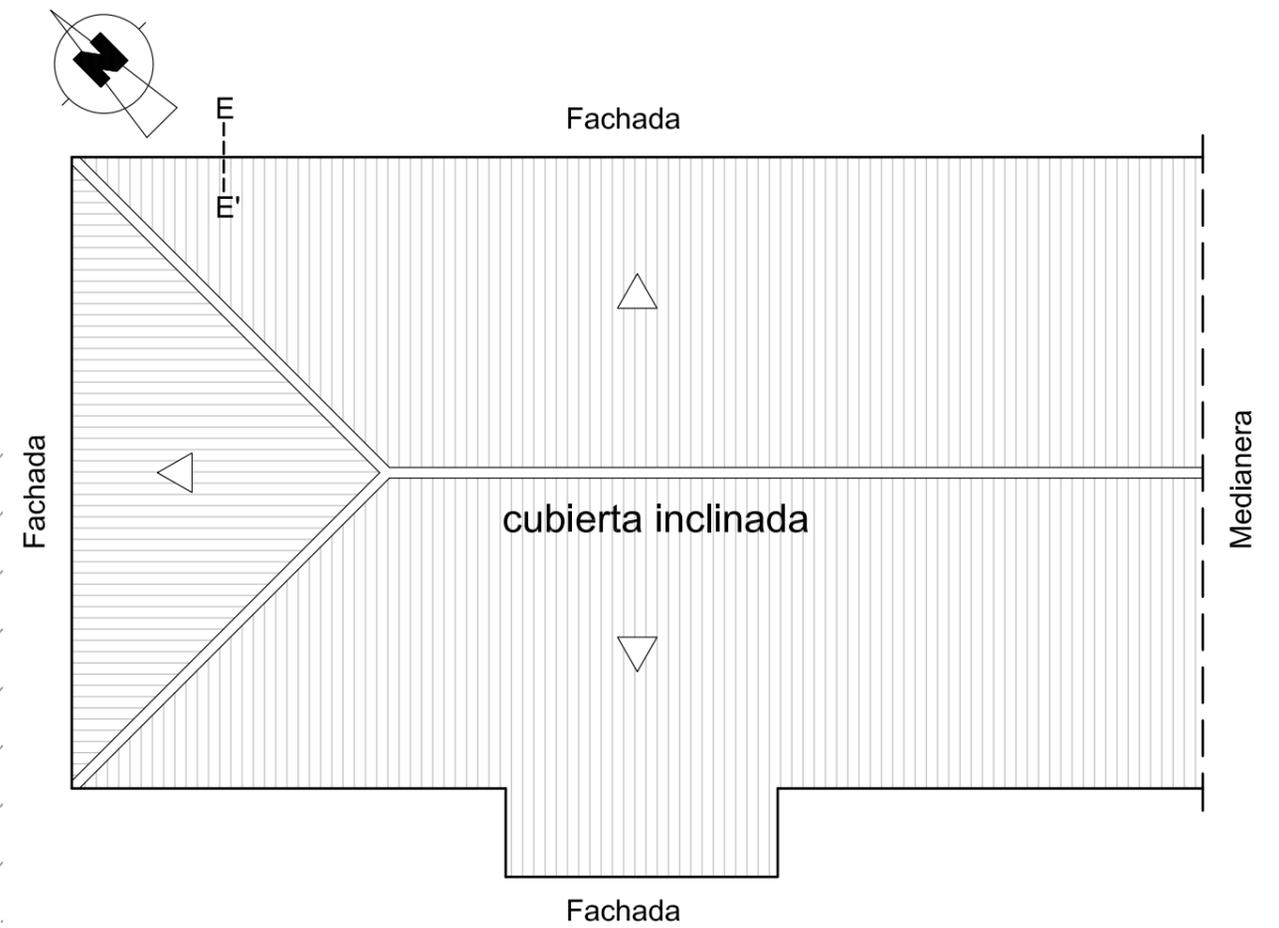
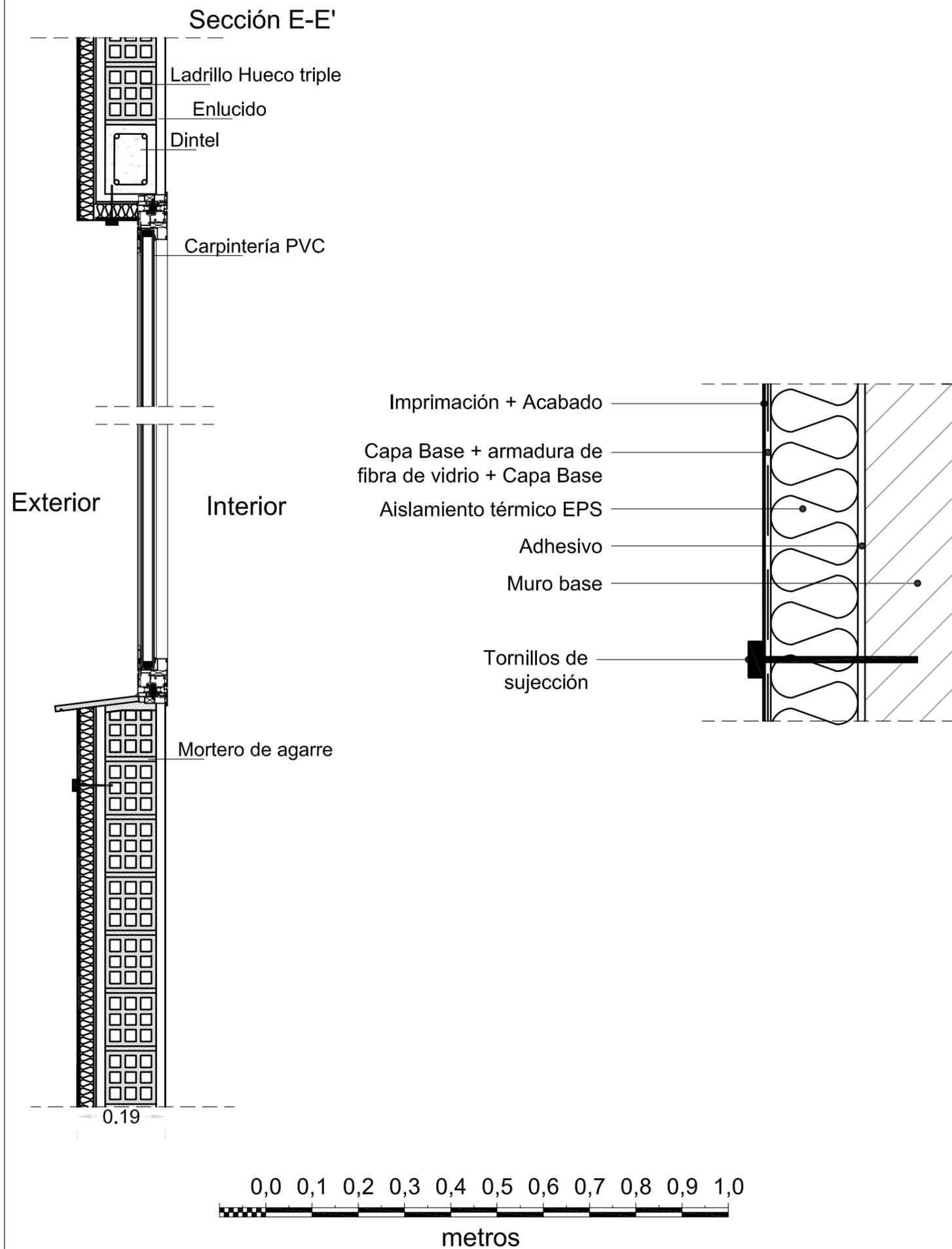
 <p><b>UNIVERSITAT JAUME I</b> ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS</p>		
<p>POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)</p>		
<p>ALUMNA ZURIÑE VILAR PERALES</p>	<p>PLANO <b>FACHADA Y MEDIANERA</b> <b>ESTADO ACTUAL</b> <b>VIVIENDA TIPO A</b></p>	<p>SITUACIÓN Colonia San Antonio Vall de Uxó (Castellón)</p>
<p>TUTORA MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR</p>		<p>ESCALA 1/10</p>
<p>FECHA Octubre de 2019</p>		



 <p><b>UNIVERSITAT JAUME I</b> ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS</p>			
<p>POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)</p>			
<p>ALUMNA ZURIÑE VILAR PERALES</p>	<p>PLANO FACHADA SATE, PROPUESTA DE INTERVENCIÓN VIVIENDA TIPO A</p>	<p>SITUACIÓN Colonia San Antonio Vall de Uxó (Castellón)</p>	
<p>TUTORA MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR</p>	<p>FECHA Octubre de 2019</p>	<p>ESCALA 1/10</p>	<p>PLANO Nº 08</p>



 <p><b>UNIVERSITAT JAUME I</b> ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS</p>		
<p>POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)</p>		
<p>ALUMNA ZURIÑE VILAR PERALES</p>	<p>PLANO <b>FACHADA Y MEDIANERA</b> <b>ESTADO ACTUAL</b> <b>VIVIENDA TIPO B</b></p>	<p>SITUACIÓN Colonia San Antonio Vall de Uxó (Castellón)</p>
<p>TUTORA MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR</p>		<p>ESCALA 1/10</p>
<p>FECHA Octubre de 2019</p>		



**UNIVERSITAT JAUME I**  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

POYECTO FINAL DE GRADO: ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN LA COLONIA SAN ANTONIO EN VALL DE UXÓ (CASTELLÓN)

ALUMNA  
ZURIÑE VILAR PERALES

TUTORA  
MARÍA JOSÉ RUÁ AGUILAR

FECHA  
Octubre de 2019

PLANO

FACHADA SATE, PROPUESTA  
DE INTERVENCIÓN  
VIVIENDA TIPO B

SITUACIÓN  
Colonia San Antonio  
Vall de Uxó (Castellón)

ESCALA  
1/10

PLANO Nº  
10

## **14. ANEXO 2. INFORMES EFICIENCIA ENERGÉTICA, MEDIANTE EL PROGRAMA CE3X**

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Casa A		
Dirección	Grupo Colonia San Antonio		
Municipio	Vall d'Uixó	Código Postal	12600
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1961
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	6214104YK3161S0001BU		

## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Vivienda                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque                                     <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> <li><input type="radio"/> Terciario                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>	

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Zuriñe Vilar Perales	NIF(NIE)	20492391N
Razón social	ZURI SL	NIF	A12345678
Domicilio	Avenida Alcora nº120		
Municipio	Castellón	Código Postal	12006
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	al121202@uji.com	Teléfono	123456789
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 14/07/2019

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

## 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	101.0
---	-------



## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Fachada principal NE	Fachada	15.28	1.26	Conocidas
Fachada trasera	Fachada	18.85	1.26	Conocidas
Medianeras ambos lados	Fachada	74.49	0.00	
Cubierta inclinada	Cubierta	57.85	1.21	Conocidas
Cubierta plana	Cubierta	21.31	1.25	Conocidas
Fachadas patio	Fachada	25.21	1.26	Conocidas
Suelo vivienda	Suelo	101.0	0.45	Estimadas

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco ventana principal	Hueco	3.2	4.65	0.59	Estimado	Estimado
Hueco ventana patio	Hueco	3.2	5.00	0.67	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
<b>TOTALES</b>	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
<b>TOTALES</b>	Refrigeración				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	250.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>39.0 E</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>		
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	G
		16.78		20.78	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>		
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	-
		1.46		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	39.02	3941.01
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	0.00	0.00

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>230.3 F</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>		
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	G
		99.06		122.66	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>		
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	-
		8.63		-	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

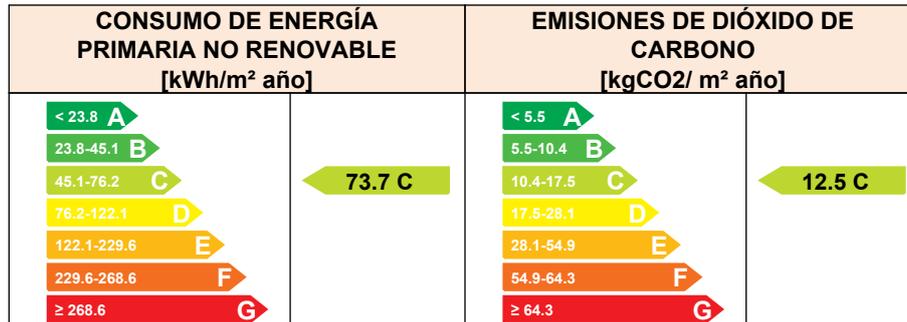
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<b>50.7 E</b>	<b>8.8 A</b>
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

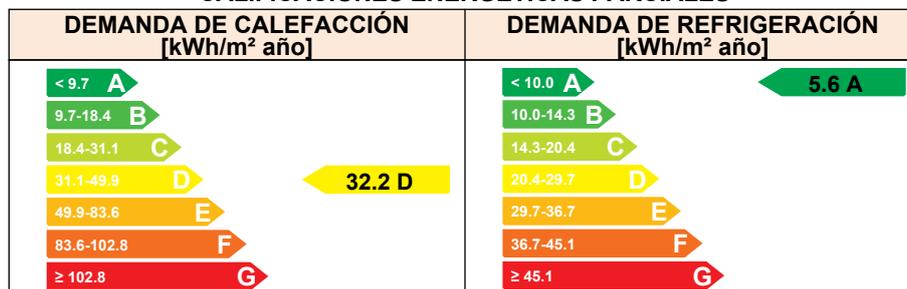
# ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

## Combinación mejores soluciones

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	17.83	64.8%	2.81	36.3%	17.07	72.8%	-	-%	37.72	68.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	34.84 C	64.8%	5.50 A	36.3%	33.36 G	72.8%	-	-%	73.70 C	68.0%
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	5.90 C	64.8%	0.93 A	36.3%	5.65 E	72.8%	-	-%	12.48 C	68.0%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	32.16 D	36.6%	5.63 A	36.3%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

## DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

### Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

**FACHADA SATE** Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior. **CUBIERTA POR EL EXTERIOR** En la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 6 cm de espesor, sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta. En la cubierta plana se retiran los baldosines cerámicos y se crea de nuevo un cubierta plana transitable no ventilada, con todas sus debidas capas de aislamiento, impermeabilización, capas separadoras y el acabado de la cubierta. **SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA DE PVC** Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de PVC, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2. **BOMBA DE CALOR:** Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una bomba de calor mediante aerotermia, contando también en el precio módulo hidráulico, acumulador y los conductos pertinentes.

**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA****Coste estimado de la medida**

22462.13 €

**Otros datos de interés**

FACHADA SATE: 3779.39€ CUBIERTA POR EL EXTERIOR: 4884.94€ SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA PVC: 3961.80€  
BOMBA DE CALOR: 9836€

## ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	14/07/2019
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6214104YK3161S0001BU	Versión informe asociado	14/07/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## Informe descriptivo de la medida de mejora

### DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Combinación mejores soluciones

### DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

#### Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )

FACHADA SATE Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior. CUBIERTA POR EL EXTERIOR En la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 6 cm de espesor, sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta. En la cubierta plana se retiran los baldosines cerámicos y se crea de nuevo un cubierta plana transitable no ventilada, con todas sus debidas capas de aislamiento, impermeabilización, capas separadoras y el acabado de la cubierta. SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA DE PVC Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de PVC, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2. BOMBA DE CALOR: Cambio de la instalación de ACS y calefacción por una bomba de calor mediante aerotermia, contando también en el precio módulo hidráulico, acumulador y los conductos pertinentes.

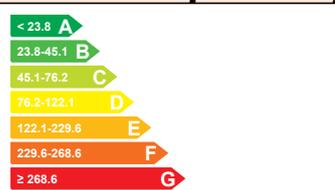
#### Coste estimado de la medida

22462.13 €

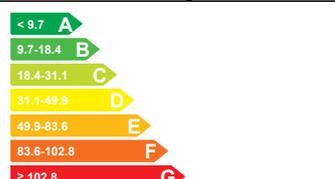
#### Otros datos de interés

FACHADA SATE: 3779.39€ CUBIERTA POR EL EXTERIOR: 4884.94€ SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA PVC: 3961.80€ BOMBA DE CALOR: 9836€

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]
	
73.7 C	12.48 C

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
	
32.16 D	5.63 A

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6214104YK3161S0001BU	Versión informe asociado	14/07/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	17.83	64.8%	2.81	36.3%	17.07	72.8%	-	-%	37.72	68.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	34.84	C 64.8%	5.50	A 36.3%	33.36	G 72.8%	-	-	73.70	C 68.0%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m <sup>2</sup> año]	5.90	C 64.8%	0.93	A 36.3%	5.65	E 72.8%	-	-	12.48	C 68.0%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	32.16	D 36.6%	5.63	A 36.3%						

## ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]
Fachada principal NE	Fachada	15.28	1.26	15.28	0.57
Fachada trasera	Fachada	18.85	1.26	18.85	0.57
Medianeras ambos lados	Fachada	74.49	0.00	74.49	0.00
Cubierta inclinada	Cubierta	57.85	1.21	57.85	0.33
Cubierta plana	Cubierta	21.31	1.25	21.31	0.34
Fachadas patio	Fachada	25.21	1.26	25.21	0.57
Suelo vivienda	Suelo	101.00	0.45	101.00	0.45

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual del hueco [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]
Hueco ventana principal	Hueco	3.20	4.65	5.70	3.20	2.84	3.00
Hueco ventana patio	Hueco	3.20	5.00	5.70	3.20	2.84	3.00

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6214104YK3161S0001BU	Versión informe asociado	14/07/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Efecto Joule		100.0%	-	Bomba de Calor		180.4%	-	-
<b>TOTALES</b>									

### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Efecto Joule		100.0%	-	Bomba de Calor		273.3%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Tipo B		
Dirección	Grupo San Antonio		
Municipio	Vall d'Uixó	Código Postal	12600
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1968
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	6114101YK3161S0001QU		

## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Vivienda             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque                 <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> <li><input type="radio"/> Terciario             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>	

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Zuriñe Vilar Perales	NIF(NIE)	20492391N
Razón social	ZURI SL	NIF	A12345678
Domicilio	Avenida Alcora nº120		
Municipio	Castellón	Código Postal	12006
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	al121202@ujil.com	Teléfono	123456789
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]
<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">292.1 G</div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">50.0 G</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 03/09/2019

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

## 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	428.1
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada principal	Fachada	132.48	1.96	Conocidas
Muro de fachada trasera	Fachada	127.26	1.96	Conocidas
Medianería	Fachada	26.76	0.00	
Cubierta inclinada	Cubierta	147.0	1.21	Conocidas
Muro de fachada peq medianera	Fachada	10.73	1.96	Conocidas
Muro de fachada lateral	Fachada	74.61	1.96	Conocidas
Muro de fachada lateral peq	Fachada	10.55	1.96	Conocidas
Partición vertical	Partición Interior	56.0	2.25	Por defecto

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco fach ppal	Hueco	11.52	5.00	0.67	Estimado	Estimado
Hueco fach tras	Hueco	15.12	5.70	0.72	Estimado	Estimado
Hueco baño	Hueco	0.52	5.00	0.67	Estimado	Estimado
Hueco lat	Hueco	5.76	5.00	0.67	Estimado	Estimado
Hueco baño 2	Hueco	0.52	5.00	0.67	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
<b>TOTALES</b>	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		134.7	Electricidad	Estimado
<b>TOTALES</b>	Refrigeración				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	1800.0
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	G
	19.89		26.24	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	D	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	-
	3.87		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	47.46	20316.23
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	2.53	1085.01

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	G
	114.41		154.88	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	-
	22.83		-	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

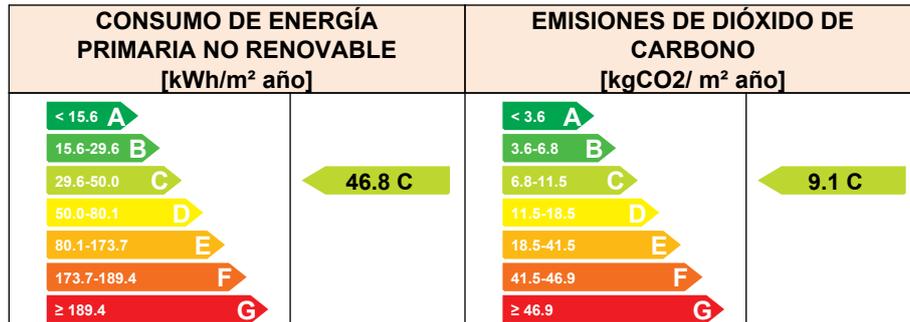
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

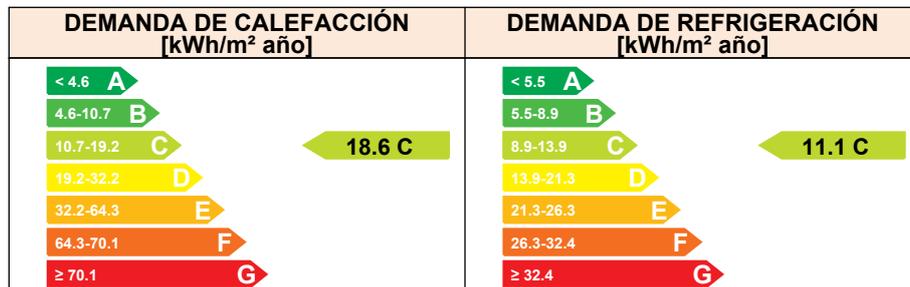
# ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Mejores medidas

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



## CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	4.50	92.8%	9.56	18.1%	19.15	75.8%	-	-%	33.21	78.4%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	5.36	A 95.3%	18.69	D 18.1%	22.78	G 85.3%	-	-%	46.83	C 84.0%
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	1.13	A 94.3%	3.17	C 18.1%	4.82	F 81.6%	-	-%	9.13	C 81.7%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	18.64	C 69.8%	11.06	C 29.7%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

## DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )

**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA**

FACHADA SATE: Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior. CUBIERTA CON AISLAMIENTO BAJO TEJA: En la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 6 cm de espesor, sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta. SUSTITUCIÓN CARPINTERÍAS: Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de PVC, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2. SISTEMA ENERGIA SOLAR Y AIRE ACONDICIONADO: Cambio de la instalación de ACS y calefacción mediante la instalación de un sistema solar comunitario, las placas solares se colocarán en la cubierta, en cada vivienda irá una caldera de condensación para apoyar el sistema solar cuando sea necesario, contando también en el precio de 8 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes y la instalación del aire acondicionado para la refrigeración en cada vivienda.

**Coste estimado de la medida**

100738.33 €

**Otros datos de interés**

FACHADA SATE: 22367.63€ CUBIERTA CON AISLAMIENTO BAJO TEJA: 7427.91€ SUSTITUCIÓN CARPINTERÍAS: 19016.64€ INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR Y AIRE ACONDICIONADO: 51926.15€

## ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	03/09/2019
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6114101YK3161S0001QU	Versión informe asociado	03/09/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## Informe descriptivo de la medida de mejora

### DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Mejores medidas

### DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

#### Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )

FACHADA SATE: Se colocará por la parte exterior de la fachada delantera y trasera placas de aislamiento de poliestireno expandido (EPS) con un espesor de 3 cm fijadas al soporte mediante perfilaría, luego se le pone una capa de mortero con malla de fibra de vidrio, una capa de imprimación y por último el revestimiento exterior. CUBIERTA CON AISLAMIENTO BAJO TEJA: En la cubierta inclinada primero se retiran todas las tejas, se coloca encima de los bardos cerámicos el aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 6 cm de espesor, sobre ello una imprimación bituminosa para luego ponerle una capa de impermeabilización fijada mecánicamente y por último se instala el acabado de la cubierta. SUSTITUCIÓN CARPINTERÍAS: Se sustituirán las ventanas actuales por otras con marco de PVC, vidrio doble en posición vertical 4-9-4, con una permeabilidad del aire de clase 2. SISTEMA ENERGIA SOLAR Y AIRE ACONDICIONADO: Cambio de la instalación de ACS y calefacción mediante la instalación de un sistema solar comunitario, las placas solares se colocarán en la cubierta, en cada vivienda irá una caldera de condensación para apoyar el sistema solar cuando sea necesario, contando también en el precio de 8 radiadores de aluminio con sus conductos pertinentes y la instalación del aire acondicionado para la refrigeración en cada vivienda.

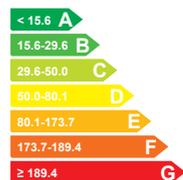
#### Coste estimado de la medida

100738.33 €

#### Otros datos de interés

FACHADA SATE: 22367.63€ CUBIERTA CON AISLAMIENTO BAJO TEJA: 7427.91€ SUSTITUCIÓN CARPINTERÍAS: 19016.64€ INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR Y AIRE ACONDICIONADO: 51926.15€

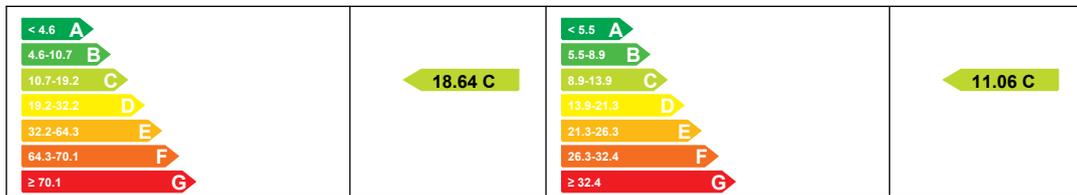
### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]	
	46.83 C		9.13 C

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
---	--

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6114101YK3161S0001QU	Versión informe asociado	03/09/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019



	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			Ref. Catastral	6114101YK3161S0001QU	Versión informe asociado	03/09/2019
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	4.50	92.8%	9.56	18.1%	19.15	75.8%	-	-%	33.21	78.4%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	5.36	A 95.3%	18.69	D 18.1%	22.78	G 85.3%	-	-	46.83	C 84.0%
Emissiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	1.13	A 94.3%	3.17	C 18.1%	4.82	F 81.6%	-	-	9.13	C 81.7%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	18.64	C 69.8%	11.06	C 29.7%						

## ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]
Muro de fachada principal	Fachada	132.48	1.96	132.48	0.68
Muro de fachada trasera	Fachada	127.26	1.96	127.26	0.68
Medianería	Fachada	26.76	0.00	26.76	0.00
Cubierta inclinada	Cubierta	147.00	1.21	147.00	0.39
Muro de fachada peq medianera	Fachada	10.73	1.96	10.73	0.68
Muro de fachada lateral	Fachada	74.61	1.96	74.61	0.68
Muro de fachada lateral peq	Fachada	10.55	1.96	10.55	0.68
Partición vertical	Partición Interior	56.00	2.25	56.00	2.25

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual del hueco [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia a post mejora [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]
Hueco fach ppal	Hueco	11.52	5.00	5.70	11.52	2.84	3.00
Hueco fach tras	Hueco	15.12	5.70	5.70	15.12	2.84	3.00
Hueco baño	Hueco	0.52	5.00	5.70	0.52	2.84	3.00
Hueco lat	Hueco	5.76	5.00	5.70	5.76	2.84	3.00
Hueco baño 2	Hueco	0.52	5.00	5.70	0.52	2.84	3.00

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6114101YK3161S0001QU	Versión informe asociado	03/09/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Sólo calefacción	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
<b>TOTALES</b>									

### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Sólo refrigeración	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		134.7%	-	Maquina frigorífica		115.6%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

## ENERGÍAS RENOVABLES

### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
-	-	-	-	-

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	6114101YK3161S0001QU	Versión informe asociado	03/09/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	17/09/2019

<b>TOTALES</b>	-	-	-	-
----------------	---	---	---	---

#### Post mejora

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Incorporación de sistema de energía solar térmica ACS Y CALE	80	-	80	-
<b>TOTALES</b>	80.0	-	80.0	-

## 15. ANEXO 3. INFORME DEL CALCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR



## Estudio de energía solar térmica

**Proyecto :** Trabajo Final de Grado  
**Fecha :** 23/08/2019  
**Referencia :** Vivienda tipo B



# 1. DATOS DE LA INSTALACIÓN

## 1.1 DATOS DEL PROYECTO

<b>Estudio</b>	Cálculo y diseño de la instalación solar térmica
<b>Nombre</b>	Zuriñe Vilar Perales
<b>Referencia</b>	Vivienda tipo B
<b>Tipo de Instalacion</b>	ACS
<b>Tipo de Edificio</b>	Edificio de viviendas
<b>Provincia</b>	CASTELLON
<b>Población</b>	Vall de Uxo
<b>Fecha</b>	23/08/2019

## 1.2 DATOS DE LOCALIZACIÓN

<b>Provincia</b>	CASTELLON
<b>Zona Climática</b>	IV
<b>Latitud</b>	39,98
<b>Altura</b>	118 metros
<b>Temp. min. invierno</b>	4 °C
<b>Grados día 15-15</b>	523

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
Tª media ambiente (°C)	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2	16,7
Tª media agua red (°C)	10,0	11,0	12,0	13,0	15,0	18,0	19,0	20,0	18,0	16,0	12,0	11,0	14,6
Rad. horiz. (kJ/m2/día)	8.700	12.000	16.300	21.200	23.500	26.100	26.900	23.000	18.100	13.100	9.200	7.500	17.133
Rad. inclin. (kJ/m2/día)	16.381	18.695	20.704	21.967	21.187	22.046	23.273	22.326	21.047	15.983	16.236	14.722	19.547

### 1.3 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ENERGÍA

#### Datos para la instalación ACS

**Total viviendas:** 6  
**Temperatura de Acumulación:** 60 °C  
**Factor de centralización:** 0,95  
**Demanda total diaria:** 638,4 litros

Número de viviendas	Número de dormitorios	Número de personas	Litros por persona
6	3	4	28

## 2. SISTEMA DE CAPTACIÓN

### 2.1 MODELO Y NÚMERO DE COLECTORES SOLARES SELECCIONADOS

**Colector solar seleccionado:** Sol 250  
**Número de colectores solares ACS:** 5



## 2.2 DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES

Los colectores solares se dispondrán en filas según la siguiente distribución:

Número de Filas	Colectores por fila
1	5

## 2.3 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS COLECTORES

La radiación solar que incide en la superficie útil del captador depende de su situación respecto del Sol, por tanto conviene situar este de forma que a lo largo del período de captación aproveche al máximo la radiación solar incidente.

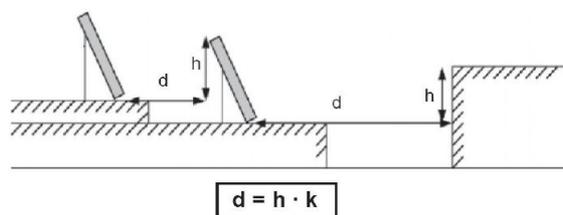
Los colectores se orientarán hacia el sur geográfico con una desviación de 45 grado/s Este

En cuanto a la inclinación de los captadores estos se dispondrán con un ángulo de 20,00 grado/s.

## 2.4 SEPARACIÓN ENTRE CAPTADORES Y DISTANCIA A OBJETOS CERCANOS

Se recomienda que la distancia de los captadores con objetos cercanos sea tal que permita garantizar un máximo de 4 horas de sol entorno al mediodía del solsticio de invierno.

Por este motivo se recomienda mantener las distancias siguiendo las especificaciones siguientes:



Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
<b>k</b>	1,600	2,246	2,4715	2,747	3,078	3,487

## 3. VOLUMEN DE ACUMULACIÓN

Se estima el consumo medio diario de ACS en 638,4 litros a una temperatura de preparación de 60 °C

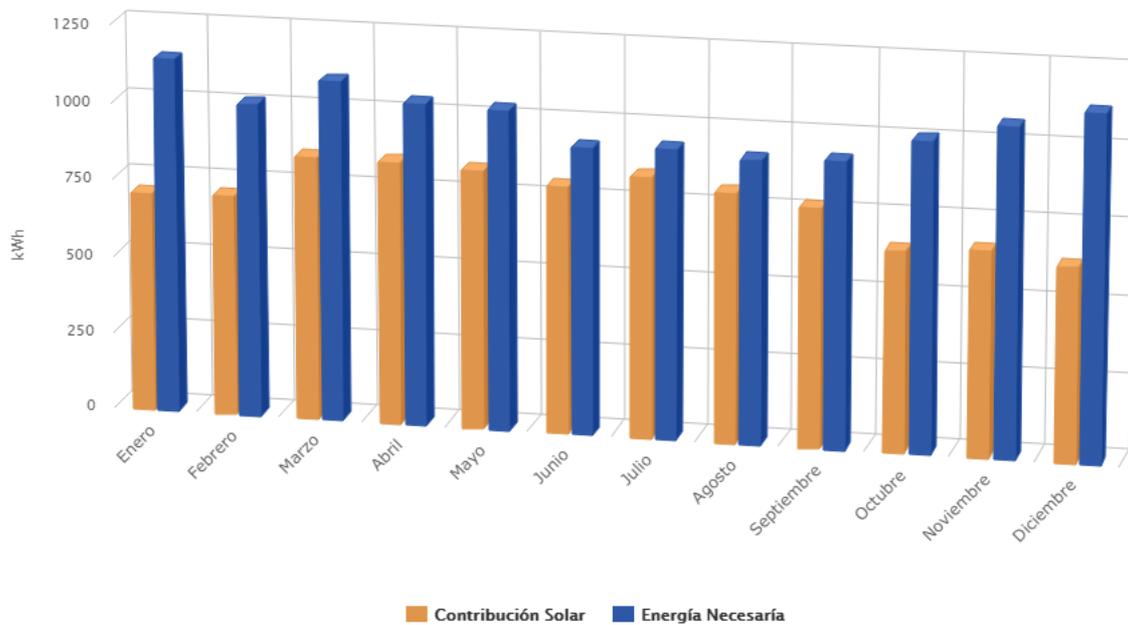
Número de viviendas	Acumulador
6	AS 120-1E
0	
0	
0	
0	

## 4. COBERTURA SOLAR Y PÉRDIDAS

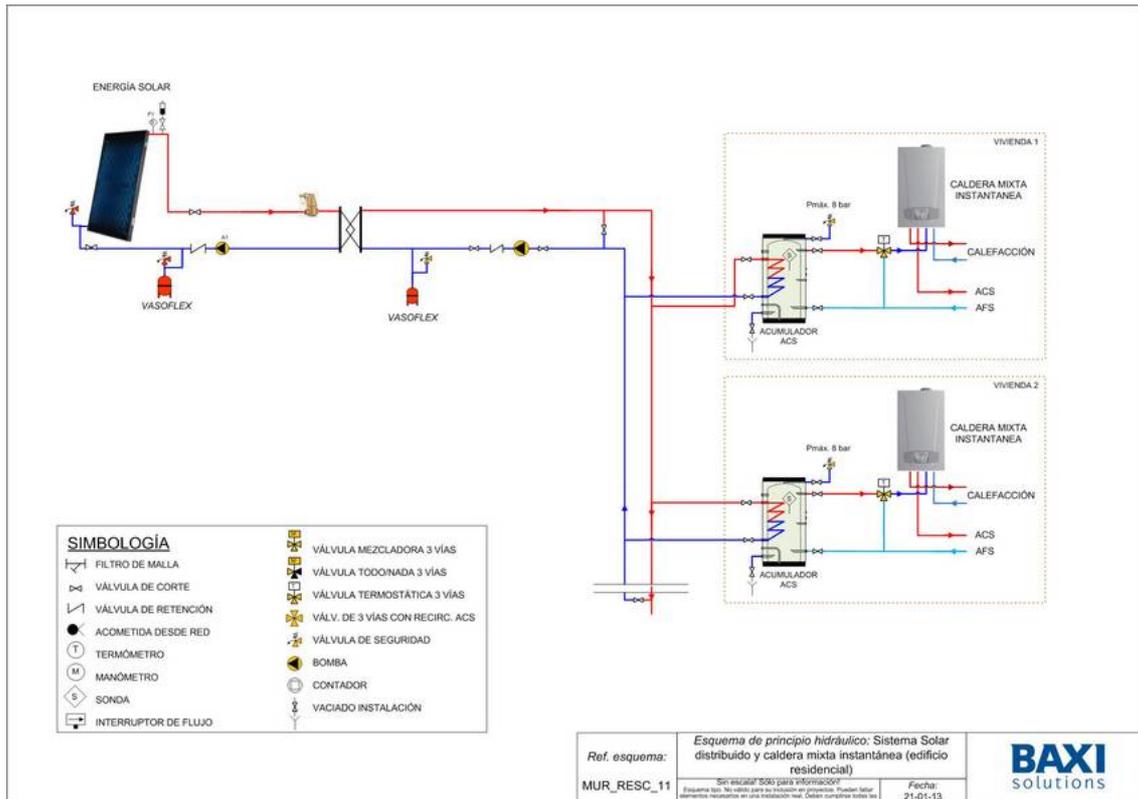
Se detallan a continuación los resultados de cálculo de cobertura solar

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU
Energía necesaria (kWh)	1.151	1.018	1.105	1.047	1.036	935	943	920	935	1.013	1.069	1.128	12.300
Aporte colectores solares (kWh)	767	767	911	911	897	858	909	870	836	712	727	690	9.855
Pérdidas en el acumulador (kWh)	55	50	55	53	55	53	55	55	53	55	53	55	648
Pérdidas en las tuberías (kWh)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25
Contribución solar térmica (kWh)	710	715	854	855	840	803	852	813	781	654	672	633	9.182
Contribución solar térmica (%)	61,72	70,21	77,28	81,71	81,14	85,85	90,33	88,28	83,46	64,63	62,84	56,14	74,65

	RESULTADO
Energía necesaria (kWh)	12.299,59
Contribución mínima según HE4 CTE (50 %)	6.149,80
Aporte colectores solares (kWh)	9.854,61
Pérdidas totales (kWh)	672,77
Contribución solar térmica total (kWh)	9.181,84
Contribución solar térmica total (%)	74,65
Pérdidas por orientación, inclinación y sombras (kWh)	741,74
Pérdidas en el acumulador (kWh)	648,24
Pérdidas en las tuberías (kWh)	24,53
Pérdidas totales (kWh)	1.414,51



## 5. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN



## 6. NORMATIVA Y OBSERVACIONES

### 6.1 NORMATIVA Y MÉTODO DE CÁLCULO

El presente estudio se ha efectuado siguiendo los requisitos del documento básico HE4 del CTE.

Los datos utilizados de radiación solar corresponden a los proporcionados por el Atlas de radiación solar en España de la AEMET mientras que los de temperatura del medio ambiente y de temperatura de agua de red se obtienen de las tablas publicadas por las UNE 94003 y UNE 94002 respectivamente.

El método de cálculo de la instalación es el f-chart, recomendado en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para instalaciones de energía solar térmica.

### 6.2 OBSERVACIONES

No hay observaciones.

## 7. PRESUPUESTO

UDS	DESCRIPCIÓN	€/ud	€/tot
5	Colector Solar Sol 250	742,00 €	3.710,00 €
1	Accesorios Hidráulicos Sol 250	115,00 €	115,00 €
3	Juego Intercolectores Sol 250	55,00 €	165,00 €
1	Soporte Tejado Inclinado 2 Colectores Sol 250	214,00 €	214,00 €
3	Suplemento Tejado Inclinado Colector Sol 250	109,00 €	327,00 €
1	Solar Hydraulic 15	462,00 €	462,00 €
1	Vasoflex solar N35/2,5 l	102,00 €	102,00 €
1	Central de Regulación CS10	245,00 €	245,00 €
1	Purgador Automático Flexvent Super 1/2	60,00 €	60,00 €
1	Líquido Solar FAC 10	65,00 €	65,00 €
6	Neodens Plus Eco 24/24 F	1.808,00 €	10.848,00 €
6	Acumulador AS 120-1E	617,00 €	3.702,00 €

Precio sin IVA	20.015,00 €
IVA 21 %	4.203,15 €
<b>Total presupuesto</b>	<b>24.218,15 €</b>

# ANEXOS. DATOS TÉCNICOS COMPONENTES

## Energía solar térmica | Paneles solares planos

### Sol 250

### Sol 250 H

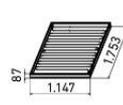
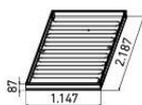
### Sol 200

### Sol 200 H

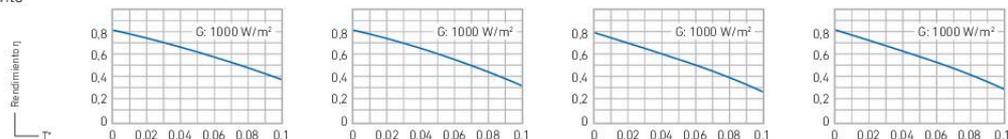


Instalación	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Superficie total m <sup>2</sup>	2,5	2,5	2	2
Colectores por fila	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10
Absorbedor	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo			
Espesor absorbedor mm	0,4	0,4	0,4	0,4
Absorbancia %	95	95	95	95
Emitancia %	5	5	5	5
Circuito hidráulico	Serpentín	Serpentín	Serpentín	Serpentín
Vidrio solar	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.
Aislamiento posterior	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
Carcasa	De aluminio en color gris RAL7016			
Garantía (*) años	10	10	10	10

Superficie total m <sup>2</sup>	2,51	2,51	2,01	2,01
Superf. de apertura m <sup>2</sup>	2,37	2,37	1,90	1,90
Capacidad l	2,9	2,7	1,9	2,2
Peso vacío kg	47	47	34	35
Presión máx. trabajo bar	10	10	10	10
Temp. estancamiento °C	198	221	213	211



#### Curva de rendimiento



Ecuación característica	$\eta = 0,812 - 3,478 T^* - 0,018 GT^{*2}$	$\eta = 0,818 - 3,748 T^* - 0,016 GT^{*2}$	$\eta = 0,817 - 3,716 T^* - 0,018 GT^{*2}$	$\eta = 0,809 - 3,989 T^* - 0,017 GT^{*2}$
Contraseña certificación	GPS-8449	GPS-8450	GPS-8417	GPS-8420
Referencia	<b>720364401</b>	<b>720364501</b>	<b>720364001</b>	<b>720364301</b>
PVP	<b>727 €</b>	<b>758 €</b>	<b>566 €</b>	<b>586 €</b>

(\*) Ver condiciones de garantía en la tarjeta que se adjunta con el producto

## Mediterraneo 250

## Mediterraneo 200

## Mediterraneo Slim 250

## Mediterraneo Slim 200

NOVEDAD

NOVEDAD

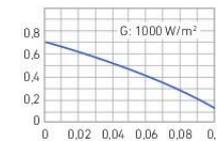
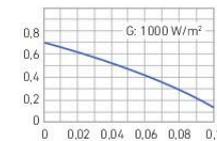
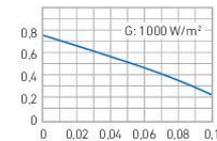
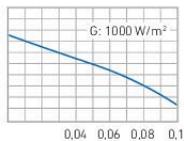
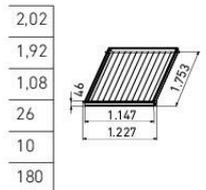
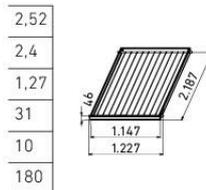
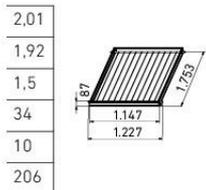
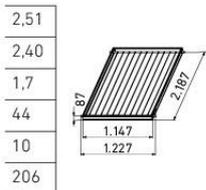


Vertical
2,5
Hasta 10
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
De aluminio
8

Vertical
2
Hasta 10
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
De aluminio
8

Vertical
2,5
Hasta 8
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio de 20 mm
De aluminio
8

Vertical
2
Hasta 8
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio de 20 mm
De aluminio
8



$$\eta = 0,765 - 3,653 T^* - 0,012 GT^{*2}$$

GPS-8421

720363701

657 €

$$\eta = 0,770 - 3,924 T^* - 0,011 GT^{*2}$$

GPS-8421

720363801

525 €

$$\eta = 0,742 - 3,923 T^* - 0,014 GT^{*2}$$

GPS-8600

7219376

550 €

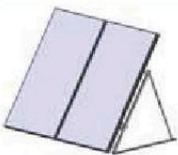
$$\eta = 0,729 - 3,847 T^* - 0,017 GT^{*2}$$

GPS-8600

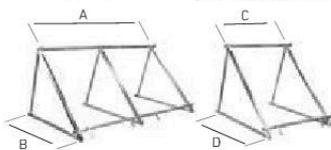
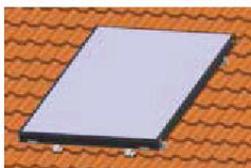
7219375

450 €

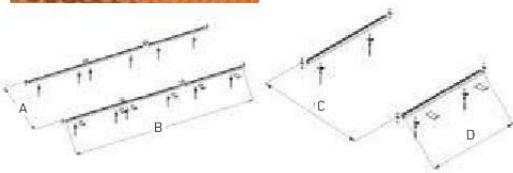


Soporte para colectores planos en  
**Cubierta plana**

Soportes premontados para facilitar su instalación. Permiten variar la inclinación desde 30° a 55°. Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.

Soporte para colectores planos en  
**Tejado inclinado**

Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.

**Accesorios hidráulicos****Sol 250/200****Sol 250 H**

	Sol 250/200			Sol 250 H	
A mm	2468			4474	
B mm	1525			841	
C mm	1234			2237	
D mm	1525			841	
	2 colectores	1 colector	Suplemento	1 colector	Suplemento
Referencia	<b>7218884</b>	<b>7217027</b>	<b>7217031</b>	<b>7217033</b>	<b>7217034</b>
PVP	<b>266 €</b>	<b>177 €</b>	<b>119 €</b>	<b>203 €</b>	<b>130 €</b>

	Sol 250/200			Sol 250 H		
A mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
B mm	2374			4450		
C mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
D mm	1187			2227		
	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
Referencia	<b>7212833</b>	<b>7212822</b>	<b>7212848</b>	<b>7212834</b>	<b>7212823</b>	<b>7212850</b>
PVP	<b>210 €</b>	<b>118 €</b>	<b>107 €</b>	<b>289 €</b>	<b>156 €</b>	<b>144 €</b>

Kit fijación soporte para instalación bajo teja (opcional)

Referencia	<b>720483901</b>
PVP	<b>65 €</b>

Para soportes de dos colectores son necesarios 3 kits. Para soportes de un colector o suplementos, son necesarios 2 kits.

**Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica****Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica**

1 por cada fila

1 por cada fila

Referencia	<b>7212785</b>	<b>7212785</b>
PVP	<b>110 €</b>	<b>110 €</b>



1 por cada suplemento

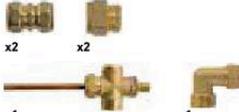
1 por cada suplemento  
(a partir del 3 colector de la fila)

Referencia	<b>720239901</b>	<b>720239901</b>
PVP	<b>40 €</b>	<b>40 €</b>



Sol 200 H		Mediterraneo 250/200			Mediterraneo Slim 250/200		
3606		2468			2468		
841		1525			1525		
1803		1234			1234		
841		1525			1525		
1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
<b>7217035</b>	<b>7217036</b>	<b>7218884</b>	<b>7217027</b>	<b>7217032</b>	<b>7218884</b>	<b>7217027</b>	<b>7217032</b>
<b>181 €</b>	<b>118 €</b>	<b>266 €</b>	<b>177 €</b>	<b>119 €</b>	<b>266 €</b>	<b>177 €</b>	<b>119 €</b>

850		1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)			
3586		2468			2468			
850		1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)			
1793		1234			1234			
2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
<b>7212832</b>	<b>7212821</b>	<b>7212849</b>	<b>7212853</b>	<b>7212852</b>	<b>7212854</b>	<b>7212853</b>	<b>7212852</b>	<b>7212854</b>
<b>258 €</b>	<b>139 €</b>	<b>134 €</b>	<b>210 €</b>	<b>118 €</b>	<b>107 €</b>	<b>210 €</b>	<b>118 €</b>	<b>107 €</b>

Acoplamiento del tipo rápido, con junta tórica	Acoplamiento del tipo cónico de compresión Ø22 mm	Acoplamiento del tipo cónico de compresión Ø16 mm
1 por cada fila	1 por cada fila	1 por cada fila
<b>7212785</b>	<b>7213453</b>	<b>7222025</b>
<b>110 €</b>	<b>110 €</b>	<b>85 €</b>
		
1 por cada suplemento (a partir del 3 colector de la fila)	1 por cada suplemento	1 por cada suplemento
<b>720239901</b>	<b>7213454</b>	<b>7222029</b>
<b>40 €</b>	<b>18 €</b>	<b>18 €</b>
		

## Energía solar térmica | Complementos para instalaciones solares



### Centrales de regulación CS10 y CS2

CS 10: Control de hasta 13 instalaciones tipo (3 relés y 4 sondas). CS 2: Control de hasta 10 instalaciones tipo (2 relés y 3 sondas).

CS10 CS2

Referencia	<b>7212578</b>	<b>7212579</b>
PVP	<b>233 €</b>	<b>167 €</b>



### Solar Hydraulic 15

Incluye: Circulador de alta eficiencia, separador de aire, termómetros de ida y retorno, válvula de seguridad, manómetro, caudalímetro y llaves de vaciado y llenado.

SH 15 Soporte VE

Referencia	<b>7221623</b>	<b>144940121</b>
PVP	<b>440 €</b>	<b>63 €</b>



### Solar Hydraulic 15 Simple

Incluye: Circulador de alta eficiencia, termómetro, válvula de seguridad, manómetro, caudalímetro y llaves de vaciado y llenado.

SH 15 Simple Soporte VE

Referencia	<b>7221628</b>	<b>144940121</b>
PVP	<b>365 €</b>	<b>63 €</b>



### Líquido solar FAC 10 y FAC 20

Compuestos de propilenglicol e inhibidores de la corrosión. FAC 10: Debe ser mezclado con agua. Se suministra en garrafas de 10 L. FAC 20: Solución premezclada protege hasta -28°C. Se suministra en garrafas de 20 L.

FAC 10 FAC 20

Referencia	<b>144940013</b>	<b>144940037</b>
PVP	<b>62 €</b>	<b>97 €</b>



### Intercambiador de placas M10H

Placas desmontables, fabricado en AISI 316. P. máx. 10 bar. T. máx. 100°C

M10H 20 M10H 30 M10H 40 M10H 50 M10H 60

Referencia	<b>144940107</b>	<b>144940108</b>	<b>144940043</b>	<b>144940044</b>	<b>144940045</b>
PVP	<b>902 €</b>	<b>1.094 €</b>	<b>1.257 €</b>	<b>1.503 €</b>	<b>1.640 €</b>



### Vasoflex solar

P. máx 8 bar. P llenado 2,5 bar. T máx 120°C.

18 l 25 l 35 l 50 l 80 l

Referencia	<b>144940018</b>	<b>144940019</b>	<b>144940020</b>	<b>144940021</b>	<b>144940022</b>
PVP	<b>78 €</b>	<b>86 €</b>	<b>96 €</b>	<b>114 €</b>	<b>178 €</b>



### Mezclador termostático MT

Regula el ACS entre 30 y 60°C. T. máx. 90°C. P. máx. 10 bar. Caudal con  $\Delta p = 1$  bar, 25 l/min para 3/4" y 27 l/min para 1".

MT 3/4" MT 1"

Referencia	<b>144940141</b>	<b>144940142</b>
PVP	<b>72 €</b>	<b>81 €</b>



### Válvulas de seguridad

P. tarado 6 bar. T. máx. 150°C

1/2" 3/4" 1"

Referencia	<b>144940025</b>	<b>144940026</b>	<b>144940027</b>
PVP	<b>11,50 €</b>	<b>19,8 €</b>	<b>37 €</b>



### Válvulas de equilibrado dinámico

P. máx 25 bar. Rango temperaturas -20°C a 120°C. VE 412: rango de caudal 100-412 l/h, rango de pres. dif. 100-2100 mbar. VE 1270: rango de caudal 406-1270 l/h, rango de pres. dif. 300-4000 mbar.

VE 412 VE 1270

Referencia	<b>144940143</b>	<b>144940144</b>
PVP	<b>108 €</b>	<b>108 €</b>



### Separador de aire Flamcovent 22

P. máx. 10 bar. T. máx 200°C

Referencia	<b>144940023</b>
PVP	<b>113 €</b>



### Purgador automático 1/2"

P. máx. 10 bar. T. máx 120°C

Referencia	<b>144940024</b>
PVP	<b>57 €</b>



### Tubería flexible acero inoxidable

Sistema rápido de doble tubería de acero inoxidable flexible, preaislada, que incluye el cable del sensor de temperatura, 4 rácores de unión y 4 abrazaderas.

DN 16 x 15 m DN 20 x 15 m 4 Abrazaderas DN 16 4 Abrazaderas DN 20

Referencia	<b>144940135</b>	<b>144940137</b>	<b>144940138</b>	<b>144940139</b>
PVP	<b>651 €</b>	<b>768 €</b>	<b>13,70 €</b>	<b>14,75 €</b>

## Neodens Plus ECO

**Calderas estancas mixtas instantáneas:** servicios de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y Calefacción en 3 potencias disponibles. Compatibles con gas natural y gas propano.

**Dimensiones compactas:** facilitan su montaje en muebles de cocina.

**Cuadro de control digital con pantalla retroiluminada:** ofrece información sobre el estado de la caldera de forma clara e intuitiva.

**Mayor confort en ACS:** Sistema de microacumulación en ACS para una respuesta más rápida en este servicio..

**Hasta 33 kW:** grandes prestaciones en ACS e ideal para instalaciones con elevados requisitos de potencia.

**Tecnología GAS INVERTER con ratio de modulación 1:7:** ofrece un funcionamiento más eficiente, fiable y silencioso.

**Función purgado de la instalación:** facilita la eliminación del aire en el circuito de Calefacción.

**Compatible con sistemas solares:** preparada para trabajar como apoyo en la producción de agua caliente.

**Ajuste instantáneo de gas:** cambio de natural a propano modificando sólo parámetros sin necesidad de ajustar la válvula de gas.

**Peso reducido:** para una instalación más ágil y cómoda.

**Diseño robusto:** intercambiador de calor primario monotérmico de acero inoxidable AISI 316 L.

**Circulador modulante conforme a la ErP:** reduce el consumo eléctrico y el nivel sonoro de funcionamiento.



### Neodens Plus

	24/24 F ECO	28/28 F ECO	33/33 F ECO <span style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px;">NOVEDAD</span>
Potencia térmica nominal agua caliente	kW 24,0	28,0	33,0
Potencia térmica nominal Calefacción 80/60°C	kW 20,0	24,0	28,0
Potencia térmica nominal Calefacción 50/30°C	kW 21,8	26,1	30,6
Potencia térmica reducida Calefacción 80/60°C	kW 3,4	3,8	4,7
Clase de Eficiencia en Calefacción	A	A	A
Clase de Eficiencia en ACS / Perfil de demanda	A / XL	A / XL	A / XXL
Rendimiento a potencia nominal (50/30 °C)	% 105,8	105,8	105,8
Rendimiento con carga parcial del 30% (50/30°C)	% 107,6	107,6	-
Producción agua caliente sanitaria ΔT 25°C (1)	l/min 13,8	16,1	18,9
Peso neto aproximado	kg 33	33	34
Capacidad depósito expansión	l 7	7	7
Longitud máx. conducto concéntrico 60/100 mm	m 10	10	10
Longitud máx. conducto concéntrico 80/125 mm	m 25	25	25
Longitud máxima conducto doble 80 mm (2)	m 80	80	80
Tipo de gas (3)	GN/GP	GN/GP	GN/GP
Referencia (4)	<b>7221171</b>	<b>7221172</b>	<b>7657133</b>
PVP	<b>1.757 €</b>	<b>1.966 €</b>	<b>2.190 €</b>
Forma de suministro	2 bultos: Caldera con soporte fijación y plantilla con llaves (ida/ret. Calefacción y AFS) + kit evacuación		

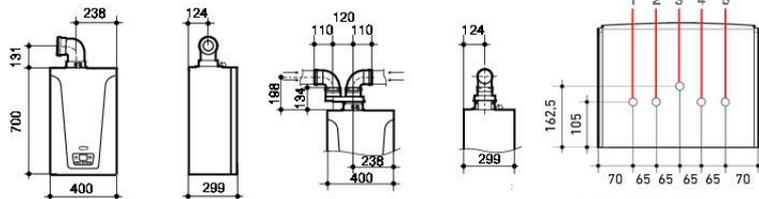
(1) Sin limitador de caudal

(2) El conducto de aspiración debe ser como máximo de 15 metros

(3) Se suministran preparadas para gas natural y para poder trabajar en gas propano, sólo se requiere cambiar ciertos parámetros de la caldera.

(4) Referencia correspondiente a la caldera con el kit horizontal concéntrico 60/100 (14.004.0191). Consultar las combinaciones con otros kits en el apartado "Accesorios" de este capítulo.

(5) Clase de Eficiencia máxima con los Packs de Alta Eficiencia Iver apartado al final de este capítulo.



1. Ida Calefacción 3/4"
2. Salida ACS 1/2"
3. Conexión gas 3/4"
4. Entrada agua de red 1/2"
5. Retorno Calefacción 3/4"

**BAXI ofrece una verificación gratuita de la Puesta en Marcha de la caldera, realizada, a petición del usuario, por el Servicio Oficial de Asistencia Técnica BAXI.**

22 | Precios de Venta al Público Sugeridos • Abril 2016 • Toda factura tendrá el recargo del I.V.A. • El presente Catálogo-Tarifa anula los anteriores • Medidas en mm.

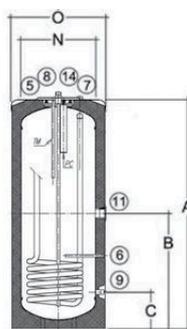


## Esmaltados AS 90, 120 y 160

Fabricados en acero esmaltado.  
Circuito primario con un serpentín cónico de alto rendimiento, con tomas en la parte superior.  
Aislamiento del depósito mediante espuma rígida de poliuretano inyectado, libre de CFC.

Incorpora la protección por ánodo de sacrificio de magnesio.  
Garantía 5 años (ver condiciones en la tarjeta que se adjunta con el producto).

	AS 90-1E	AS 120-1E	AS 160-1E
Volumen ACS	l 90	120	160
Tipo de intercambiador	Serpentín	Serpentín	Serpentín
Superficie serpentín	m <sup>2</sup> 0,31	0,47	0,63
Volumen serpentín	l 1,4	2,2	2,9
Instalación	Vertical y mural	Vertical y mural	Vertical y mural
Presión máx. primario	bar 25	25	25
Temp. máx. primario	°C 200	200	200
Presión máx. secundario	bar 8	8	8
Temp. máx. secundario	°C 95	95	95
Clase de eficiencia energética	B	B	B
Peso en vacío	kg 36	45	60
Referencia	<b>1481 12357</b>	<b>1481 12358</b>	<b>1481 12359</b>
PVP	<b>571 €</b>	<b>587 €</b>	<b>630 €</b>
Resistencia eléctrica	1,5 kW	1,5 kW	1,5 kW
Referencia	<b>7504307</b>	<b>7504307</b>	<b>7504307</b>
PVP	<b>191 €</b>	<b>191 €</b>	<b>191 €</b>
Grupo de seguridad Flexbrane	3/4" apto hasta 200 l	1" apto hasta 500 l	
Referencia	<b>195230008</b>	<b>195230007</b>	
PVP	<b>24,50 €</b>	<b>71 €</b>	
A	mm 890	1.190	1.130
B	mm 451	601	568
C	mm 191	191	200
N	mm 390	390	450
O	mm 480	480	560
5 Ida colector solar	1/2" Gas/H	1/2" Gas/H	1/2" Gas/H
6 Sonda T. solar	Ø 10 mm int.	Ø 10 mm int.	Ø 10 mm int.
7 Retorno colector solar	1/2" Gas/H	1/2" Gas/H	1/2" Gas/H
8 Entrada agua fría	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
9 Vaciado	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
11 Resistencia eléctrica	1 1/2" Gas/H	1 1/2" Gas/H	1 1/2" Gas/H
14 Salida agua caliente	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M



AS 90-1E, 120-1E Y 160-1E  
(1 serpentín)



## Esmaltados AS 200, 300, 400 y 500

Fabricados en acero esmaltado.

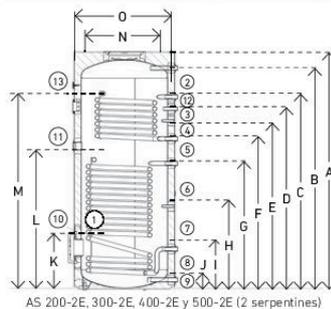
Circuito primario con dos serpentines cónicos de alto rendimiento.

Aislamiento del depósito mediante espuma rígida de poliuretano inyectado, libre de CFC.

Incorpora la protección por ánodo de sacrificio de magnesio e indicador de su estado.

Garantía 5 años (ver condiciones en la tarjeta que se adjunta con el producto).

	AS 200-2E	AS 300-2E	AS 400-2E	AS 500-2E	
Volumen ACS	l	200	300	400	500
Tipo de intercambiador		2 serpentines	2 serpentines	2 serpentines	2 serpentines
Superficie serpentín inferior	m <sup>2</sup>	0,76	1,00	1,00	1,00
Volumen serpentín inferior	l	8,10	10,10	12,10	16,80
Superficie serpentín superior	m <sup>2</sup>	1,20	1,50	1,80	2,50
Volumen serpentín superior	l	5,10	6,70	6,70	6,70
Instalación		Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Presión máx. primario	bar	10	10	10	10
Temp. máx. primario	°C	110	110	110	110
Presión máx. secundario	bar	10	10	10	10
Temp. máx. secundario	°C	95	95	95	95
Clase de eficiencia energética		C	C	D	D
Peso en vacío	kg	106	128	159	186
Referencia		<b>148112368</b>	<b>148112369</b>	<b>148112370</b>	<b>148112371</b>
PVP		<b>1.115 €</b>	<b>1.587 €</b>	<b>2.001 €</b>	<b>2.210 €</b>
Resistencia eléctrica		2,5 kW	2,5 kW	2,5 kW	2,5 kW
Referencia		<b>7504308</b>	<b>7504308</b>	<b>7504308</b>	<b>7504308</b>
PVP		<b>221 €</b>	<b>221 €</b>	<b>221 €</b>	<b>221 €</b>
Grupo de seguridad Flexbrane		3/4" apto hasta modelo AS 200-2E	1" apto hasta modelo AS 300-2E		
Referencia		<b>195230008</b>	<b>195230007</b>		
PVP		<b>24,50 €</b>	<b>71 €</b>		
A	mm	1.423	1.796	1.672	1.786
B	mm	1.325	1.694	1.560	1.666
C	mm	1.170	1.487	1.309	1.448
D	mm	1.080	1.397	1.219	1.358
E	mm	990	1.307	1.129	1.268
F	mm	900	1.127	994	1.133
G	mm	753	887	859	948
H	mm	520	587	572	625
I	mm	287	286	305	303
J	mm	71	71	67	71
K	mm	322	284	296	285
L	mm	830	992	994	1.078
M	mm	1.011	1.384	1.260	1.376
N	mm	500	500	600	650
O	mm	610	610	710	760



AS 200-2E, 300-2E, 400-2E y 500-2E (2 serpentines)

1. Ánodo de sacrificio 1 ánodo (AS 200) y 2 ánodos (AS 300-500)
2. Ida caldera apoyo 1" Gas/H
3. Sonda T. caldera Ø 16 mm int.
4. Retorno caldera 1" Gas/H
5. Ida colector solar 1" Gas/H
6. Sonda T. solar Ø 16 mm int.
7. Retorno colector solar 1" Gas/H
8. Entrada agua fría 1" Gas/H
9. Vaciado 1" Gas/H
10. Boca inspección Ø 100
11. Resistencia eléctrica 1 1/2" Gas/H
12. Recirculación 3/4" Gas/H
13. Termómetro Ø 10 mm int.
14. Salida agua caliente 1" Gas/H



## Esmaltados AS 750, 1000 y 1500

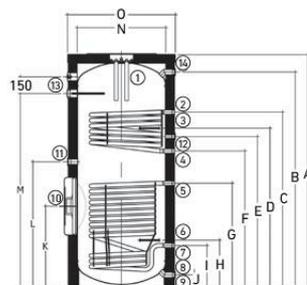
Fabricados en acero esmaltado.  
Aislamiento desmontable.  
Aislamiento del depósito mediante espuma de poliuretano flexible.

Incorpora la protección por ánodo de sacrificio de magnesio e indicador de su estado.

Garantía 5 años (ver condiciones en la tarjeta que se adjunta con el producto).

		AS 750-2E	AS 1000-2E	AS 1500-2E
Volumen ACS	l	750	1000	1500
Tipo de intercambiador		2 serpentines	2 serpentines	2 serpentines
Superficie serpentín inferior	m <sup>2</sup>	2,47	2,47	4,00
Volumen serpentín inferior	l	19,5	19,5	28,9
Superficie serpentín superior	m <sup>2</sup>	1,50	1,50	2,20
Volumen serpentín superior	l	9,5	9,5	16,1
Instalación		Vertical	Vertical	Vertical
Presión máx. primario	bar	25	25	25
Temp. máx. primario	°C	200	200	200
Presión máx. secundario	bar	8	8	8
Temp. máx. secundario	°C	90	90	90
Peso en vacío	kg	206	307	406
Referencia		<b>148112363</b>	<b>148112364</b>	<b>148112365</b>
PVP		<b>2.574 €</b>	<b>3.126 €</b>	<b>4.472 €</b>
Resistencia eléctrica		6 kW	9 kW	
Referencia		<b>148016071</b>	<b>148016073</b>	
PVP		<b>442 €</b>	<b>469 €</b>	
A	mm	1.837	2.087	2.200
B	mm	1.676	1.926	1.995
C	mm	1.465	1.565	1.755
D	mm	1.320	1.420	1.555
E	mm	1.245	1.345	1.445
F	mm	1.115	1.215	1.315
G	mm	925	925	1.175
H	mm	413	413	595
I	mm	365	365	520
J	mm	100	100	165
K	mm	372	718	909
L	mm	1.020	1.118	1.244
M	mm	1.483	1.733	1.780
N	mm	790	790	1.000
O	mm	950	950	1.160

#	Descripción	2 E	1 E	1 E
1	Ánodo de sacrificio	2 x Ø 32, L = 580 (AS 750) L = 580 (AS 1000) L = 718 (AS 1500)	-	2 x Ø 32, L = 348 (AS 750) L = 348 (AS 1000) L = 456 (AS 1500)
2	Ida serpentín superior	1" Gas/H	-	-
3	Sonda superior	Ø 10 mm int.	-	-
4	Retorno serpentín superior	1" Gas/H	-	-
5	Ida serpentín inferior	1" Gas/H	-	-
6	Sonda inferior	Ø 10 mm int.	-	-
7	Retorno serpentín inferior	1" Gas/H	-	-
8	Entrada agua fría	1 1/4" Gas/H	-	-
9	Vaciado	1 1/4" Gas/H	-	-
10	Boca inspección	Ø 400 y 100 (AS 750)	-	-
11	Resistencia eléctrica	1 1/2" Gas/H	-	-
12	Recirculación	1" Gas/H	-	-
13	Termómetro	Ø 10 mm int.	-	-
14	Salida agua caliente	1 1/4" Gas/H	-	-

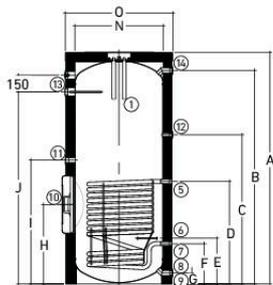


AS 750-2E, AS 1000-2E y  
AS 1500-2E  
(2 serpentines)

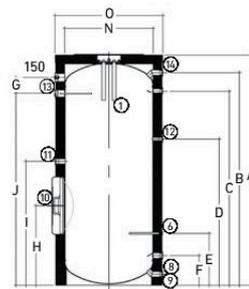
252 | Precios de Venta al Público Sugeridos • Abril 2016 • Toda factura tendrá el recargo del I.V.A. • El presente Catálogo-Tarifa anula los anteriores • Medidas en mm.

AS 750-1E	AS 1000-1E	AS 1500-1E	AS 750-IN	AS 1000-IN	AS 1500-IN
750	1000	1500	750	1000	1500
1 serpentín	1 serpentín	1 serpentín	Sin serpentín	Sin serpentín	Sin serpentín
2,47	2,47	4,00	-	-	-
19,5	19,5	28,9	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
25	25	25	-	-	-
200	200	200	-	-	-
8	8	8	8	8	8
90	90	90	90	90	90
189	273	385	156	237	334
<b>148112360</b>	<b>148112361</b>	<b>148112362</b>	<b>148110510</b>	<b>148110511</b>	<b>148110512</b>
<b>2.303 €</b>	<b>2.852 €</b>	<b>4.172 €</b>	<b>1.982 €</b>	<b>2.564 €</b>	<b>3.442 €</b>

1.837	2.087	2.200	1.837	2.087	2.200
1.676	1.926	1.995	1.676	1.926	1.995
1.245	1.345	1.445	1.508	1.758	1.780
925	925	1.175	1.152	1.318	1.445
413	413	595	413	468	580
365	365	520	268	268	380
100	100	165	100	100	165
372	718	909	372	718	909
1.020	1.118	1.244	1.000	1.118	1.244
1.483	1.733	1.780	1.483	1.733	1.733
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
790	790	1.000	790	790	1.000
950	950	1.160	950	950	1.160



AS 750-1E, AS 1000-1E y  
AS 1500-1E  
(1 serpentín)



AS 750-IN E, AS 1000-IN E y  
AS 1500-IN E  
(sin serpentines)



## Esmaltados AS 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000

Fabricados en acero esmaltado.  
Los modelos 1E con circuito primario de serpentines desmontables de acero inoxidable.  
Aislamiento del depósito mediante espuma rígida de poliuretano inyectado, libre de CFC.

Incorpora la protección por ánodo de sacrificio de magnesio e indicador de su estado.  
La envolvente exterior de polipropileno se suministra opcionalmente.  
Garantía 5 años (ver condiciones en la tarjeta que se adjunta con el producto).

		AS 2000-1E	AS 2500-1E	AS 3000-1E	AS 3500-1E	AS 4000-1E	AS 5000-1E
Volumen ACS	l	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Tipo de intercambiador		1 serpentín					
Volumen intercambiador	l	19,00	29,40	29,40	37,70	37,70	47,80
Instalación		Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Presión máx. primario	bar	25	25	25	25	25	25
Temp. máx. primario	°C	200	200	200	200	200	200
Presión máx. secundario	bar	8	8	8	8	8	8
Temp. máx. secundario	°C	90	90	90	90	90	90
Peso en vacío	kg	660	710	780	840	1010	1150
Referencia		<b>148112348</b>	<b>148112349</b>	<b>148112350</b>	<b>148112351</b>	<b>148112352</b>	<b>148112353</b>
PVP		<b>5.679 €</b>	<b>7.250 €</b>	<b>8.157 €</b>	<b>9.010 €</b>	<b>10.449 €</b>	<b>12.688 €</b>

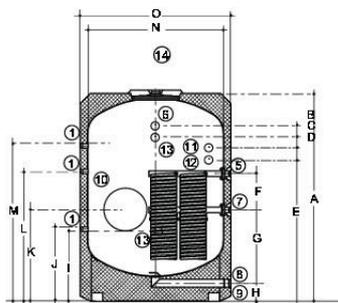
  

		AS 2000-1E		AS 2500-1E		AS 3000-1E		AS 3500-1E		AS 4000-1E		AS 5000-1E	
		Interior	Exterior										
Referencia		<b>148010021</b>	<b>148010028</b>	<b>148010022</b>	<b>148010029</b>	<b>148010023</b>	<b>148010030</b>	<b>148010024</b>	<b>148010031</b>	<b>148010025</b>	<b>148010032</b>	<b>148010026</b>	<b>148010033</b>
PVP		<b>338 €</b>	<b>401 €</b>	<b>401 €</b>	<b>475 €</b>	<b>422 €</b>	<b>507 €</b>	<b>443 €</b>	<b>518 €</b>	<b>496 €</b>	<b>581 €</b>	<b>528 €</b>	<b>633 €</b>

		AS 2000-1E	AS 2500-1E	AS 3000-1E	AS 3500-1E	AS 4000-1E	AS 5000-1E
A	mm	2.280	2.015	2.305	2.580	2.310	2.710
B	mm	135	135	135	135	135	135
C	mm	35	85	225	220	220	220
D	mm	190	190	190	190	190	190
E	mm	1.470	1.260	1.410	1.695	1.355	1.760
F	mm	400	400	400	400	400	400
G	mm	920	815	815	815	855	855
H	mm	160	200	200	200	200	200
I	mm	670	785	785	785	855	855
J	mm	720	760	800	800	874	874
K	mm	920	1.035	1.035	1.035	1.105	1.105
L	mm	1.545	1.120	1.490	1.490	1.274	1.574
M	mm	-	1.480	1.730	2.005	1.674	2.074
N	mm	1.200	1.500	1.500	1.500	1.750	1.750
O	mm	1.360	1.660	1.660	1.660	1.910	1.910

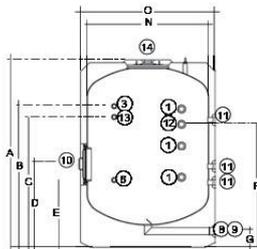
#	Descripción	AS 2000-1E	AS 2500-5000 1E	AS 2000-5000 IN E
1	Ánodo de sacrificio	2 x Ø 33, 2 x L = 790	3 x Ø 33, 2 x L = 790 1 x L = 450	3 x Ø 33, 2 x L = 790 1 x L = 450
3	Sonda superior	-	-	3/4"
5	Ida serpentín	2" Gas/H	2" Gas/H	-
6	Sonda inferior	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
7	Retorno serpentín	2" Gas/H	2" Gas/H	-
8	Entrada agua fría	2" Gas/M	3" Gas/M	3" Gas/M
9	Vaciado	1 1/2" Gas/M	3" Gas/M	3" Gas/M
10	Boca inspección	Ø 400	Ø 400	Ø 400
11	Resistencia eléctrica	2" Gas/M	2" Gas/M	2" Gas/M
12	Recirculación	1 1/2" Gas/M	1 1/2" Gas/M	1 1/2" Gas/M
13	Termómetro	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
14	Salida agua caliente	2" Gas/M	3" Gas/M	3" Gas/M



AS 2000-1E, AS 2500-1E, AS 3000-1E,  
AS 3500-1E, AS 4000-1E, AS 5000-1E  
(1 serpentín)

AS 2000-IN E	AS 2500-IN E	AS 3000-IN E	AS 3500-IN E	AS 4000-IN E	AS 5000-IN E
2000	2500	3000	3500	4000	5000
Sin serpentín					
-	-	-	-	-	-
Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
8	8	8	8	8	8
90	90	90	90	90	90
450	630	690	755	880	1040
<b>148110305</b>	<b>148110306</b>	<b>148110307</b>	<b>148110308</b>	<b>148110309</b>	<b>148110310</b>
<b>4.617 €</b>	<b>5.580 €</b>	<b>6.138 €</b>	<b>6.638 €</b>	<b>7.781 €</b>	<b>9.141 €</b>

Interior	Exterior										
<b>148010021</b>	<b>148010028</b>	<b>148010022</b>	<b>148010029</b>	<b>148010023</b>	<b>148010030</b>	<b>148010024</b>	<b>148010031</b>	<b>148010025</b>	<b>148010032</b>	<b>148010026</b>	<b>148010033</b>
<b>338 €</b>	<b>401 €</b>	<b>401 €</b>	<b>475 €</b>	<b>422 €</b>	<b>507 €</b>	<b>443 €</b>	<b>518 €</b>	<b>496 €</b>	<b>581 €</b>	<b>528 €</b>	<b>633 €</b>
2.280		2.015		2.305		2.580		2.310		2.710	
1.795		1.475		1.765		2.050		1.710		2.115	
1.660		1.340		1.630		1.915		1.575		1.980	
920		1.035		1.035		1.035		1.105		1.105	
680		835		835		835		915		915	
1.560		1.250		1.540		1.755		1.450		1.805	
175		200		200		200		200		200	
-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-	
1.665		1.305		1.595		1.880		1.540		1.945	
-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-	
1.200		1.500		1.500		1.500		1.750		1.750	
1.360		1.660		1.660		1.660		1.910		1.910	



AS 2000-IN E, AS 2500-IN E, AS 3000-IN E,  
AS 3500-IN E, AS 4000-IN E y AS 5000-IN E  
(sin serpentín)

## ANEXOS. ANOTACIONES

Los resultados de esta hoja de cálculo son sólo a título informativo, por lo que Baxi Calefacción S.L.U. no asume ninguna responsabilidad en relación con el resultado o cualquier otro uso.

Baxi Calefacción S.L.U. no se hace responsable de los precios indicados en este presupuesto. Puede consultar la tarifa de PVP en la web [www.baxi.es](http://www.baxi.es)



Síguenos

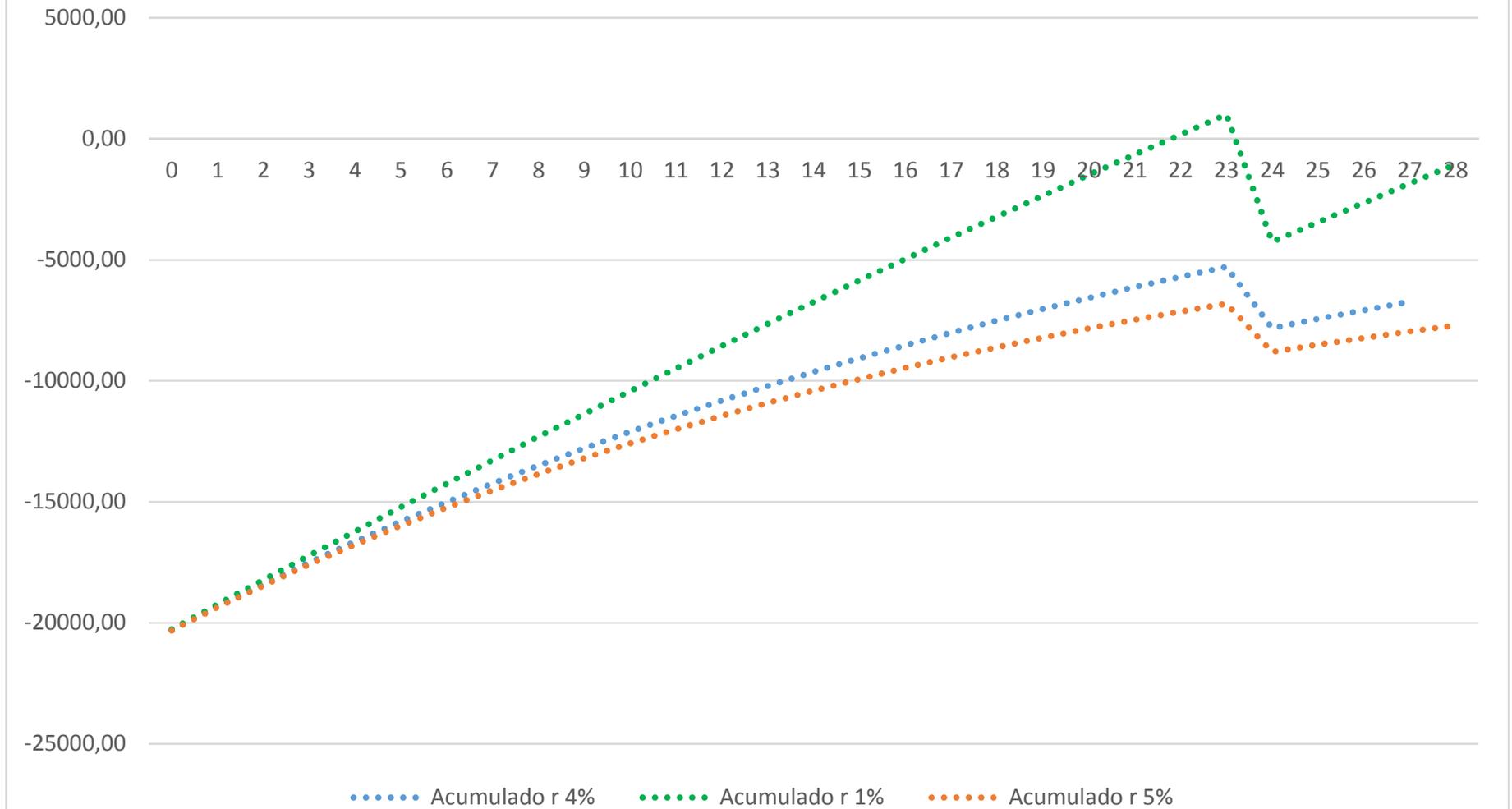


## 16. ANEXO 4. TABLA DE CALCULO DEL MÉTODO DE COSTE ÓPTIMO

Análisis de sensibilidad del Coste Optimo vivienda Tipo A, enfoque financiero

AÑO	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)			Análisis de sensibilidad								
			Coste mantenimiento	Coste energía	Coste CO2 (Cc)	i=1%	i=4%	i=5%	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
0	-22462,13			1150,80		-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33	-21311,33
1			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	1040,40	1010,39	1000,77	-20270,93	-20300,94	-20310,56
2			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	1030,10	971,53	953,11	-19240,83	-19329,41	-19357,45
3			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	1019,90	934,16	907,72	-18220,93	-18395,25	-18449,73
4			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	1009,80	898,23	864,50	-17211,12	-17497,02	-17585,23
5			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	999,80	863,68	823,33	-16211,32	-16633,33	-16761,89
6			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	989,90	830,47	784,13	-15221,42	-15802,87	-15977,77
7			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	980,10	798,52	746,79	-14241,31	-15004,34	-15230,98
8			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	970,40	767,81	711,23	-13270,91	-14236,53	-14519,76
9			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	960,79	738,28	677,36	-12310,12	-13498,25	-13842,40
10			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	951,28	709,89	645,10	-11358,84	-12788,36	-13197,30
11			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	941,86	682,58	614,38	-10416,98	-12105,78	-12582,91
12			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	932,54	656,33	585,13	-9484,44	-11449,45	-11997,78
13			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	923,30	631,09	557,26	-8561,14	-10818,37	-11440,52
14			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	914,16	606,81	530,73	-7646,98	-10211,55	-10909,79
15			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	905,11	583,47	505,45	-6741,87	-9628,08	-10404,34
16			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	896,15	561,03	481,39	-5845,72	-9067,05	-9922,95
17			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	887,28	539,45	458,46	-4958,45	-8527,59	-9464,49
18			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	878,49	518,71	436,63	-4079,96	-8008,88	-9027,86
19			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	869,79	498,76	415,84	-3210,17	-7510,13	-8612,02
20			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	861,18	479,57	396,04	-2348,98	-7030,56	-8215,98
21			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	852,65	461,13	377,18	-1496,33	-6569,43	-7838,81
22			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	844,21	443,39	359,22	-652,12	-6126,03	-7479,59
23			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	835,85	426,34	342,11	183,73	-5699,70	-7137,48
24			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	827,58	409,94	325,82	1011,31	-5289,75	-6811,66
25		-7800,00	-100,00	1150,80		-6749,20	-6749,20	-6749,20	-5262,81	-2531,74	-1993,06	-4251,50	-7821,49	-8804,71
26			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	811,27	379,01	295,53	-3440,23	-7442,48	-8509,18
27			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	803,24	364,44	281,46	-2636,99	-7078,04	-8227,73
28			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	795,29	350,42	268,05	-1841,70	-6727,62	-7959,67
29			-100,00	1150,80		1050,80	1050,80	1050,80	787,41	336,94	255,29	-1054,29	-6390,68	-7704,39
VAN						-1044	-6145	-7338	-1054	-6391	-7704			

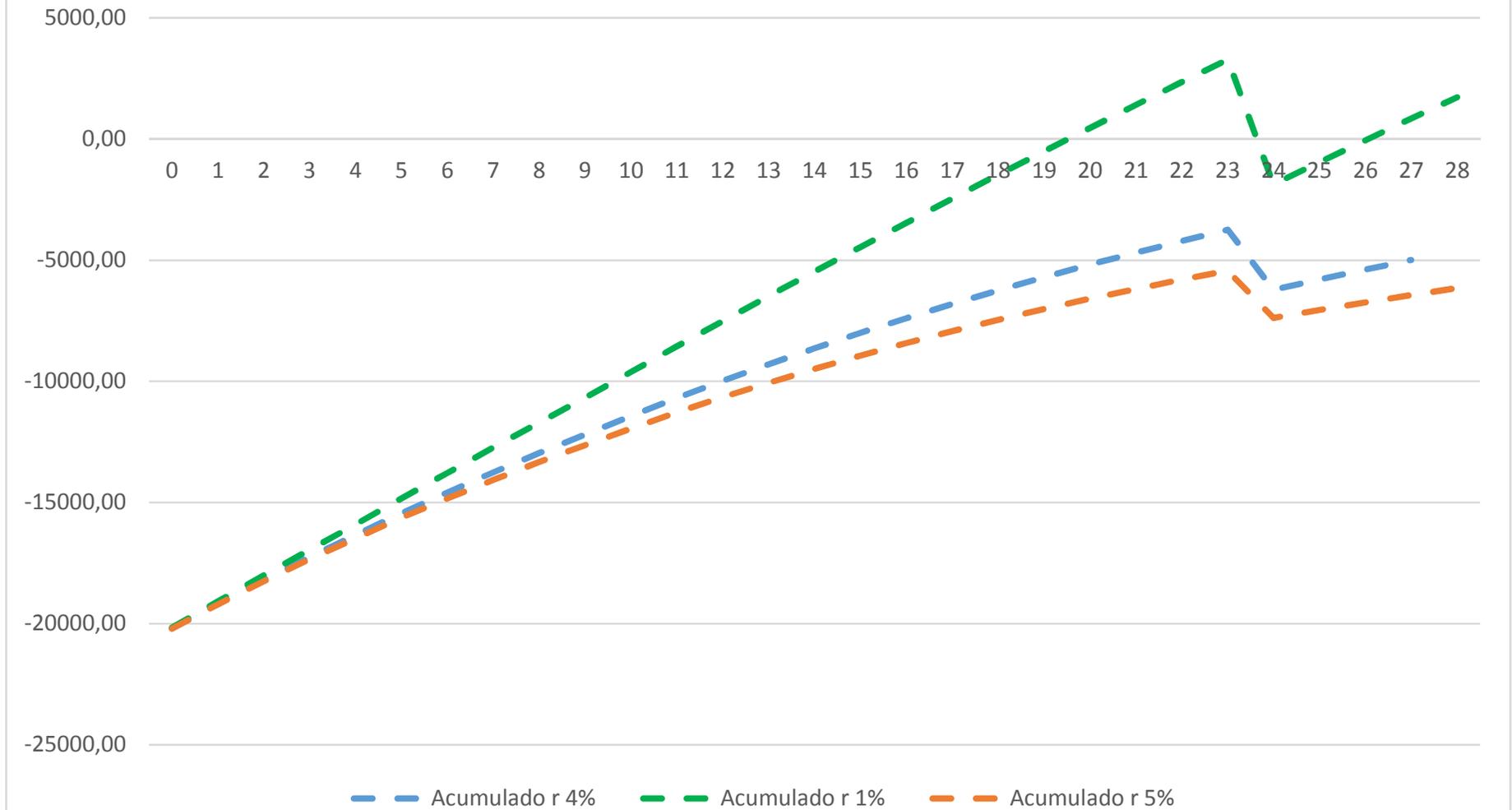
# Enfoque Financiero



Análisis de sensibilidad del Coste Optimo vivienda Tipo A, enfoque macroeconómico

AÑO	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)		Coste CO2 (Cc)	Análisis de sensibilidad			Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
			Coste mantenimiento	Coste energía		i=1%	i=4%	i=5%						
0	-22462,13			1150,80	53,75	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57	-21257,57
1			-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1093,62	1062,07	1051,96	-20163,95	-20195,50	-20205,62
2			-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1082,79	1021,22	1001,87	-19081,16	-19174,28	-19203,75
3			-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1072,07	981,95	954,16	-18009,09	-18192,33	-18249,59
4			-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1061,46	944,18	908,72	-16947,63	-17248,15	-17340,87
5			-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1050,95	907,86	865,45	-15896,69	-16340,29	-16475,42
6			-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1065,86	894,19	844,29	-14830,83	-15446,10	-15631,13
7			-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1055,31	859,80	804,09	-13775,52	-14586,30	-14827,04
8			-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1044,86	826,73	765,80	-12730,66	-13759,58	-14061,24
9			-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1034,51	794,93	729,33	-11696,15	-12964,65	-13331,91
10			-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1024,27	764,36	694,60	-10671,87	-12200,29	-12637,31
11			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1062,31	769,87	692,95	-9609,57	-11430,42	-11944,36
12			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1051,79	740,26	659,96	-8557,77	-10690,15	-11284,40
13			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1041,38	711,79	628,53	-7516,40	-9978,36	-10655,88
14			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1031,07	684,41	598,60	-6485,33	-9293,95	-10057,28
15			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1020,86	658,09	570,09	-5464,47	-8635,86	-9487,18
16			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1010,75	632,78	542,95	-4453,72	-8003,08	-8944,24
17			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1000,74	608,44	517,09	-3452,98	-7394,64	-8427,14
18			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	990,83	585,04	492,47	-2462,14	-6809,60	-7934,68
19			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	981,02	562,54	469,02	-1481,12	-6247,06	-7465,66
20			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	971,31	540,90	446,68	-509,81	-5706,15	-7018,97
21			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	961,69	520,10	425,41	451,89	-5186,06	-6593,56
22			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	952,17	500,10	405,16	1404,06	-4685,96	-6188,41
23			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	942,75	480,86	385,86	2346,81	-4205,10	-5802,54
24			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	933,41	462,37	367,49	3280,22	-3742,73	-5435,06
25		-7800,00	-100,00	1150,80	134,38	-6614,82	-6614,82	-6614,82	-5158,02	-2481,33	-1953,37	-1877,81	-6224,06	-7388,43
26			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	915,02	427,48	333,32	-962,79	-5796,58	-7055,11
27			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	905,96	411,04	317,45	-56,83	-5385,54	-6737,66
28			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	896,99	395,23	302,33	840,16	-4990,30	-6435,32
29			-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	888,11	380,03	287,94	1728,27	-4610,27	-6147,39
VAN						1711	-4433	-5855	1728	-4610	-6147			

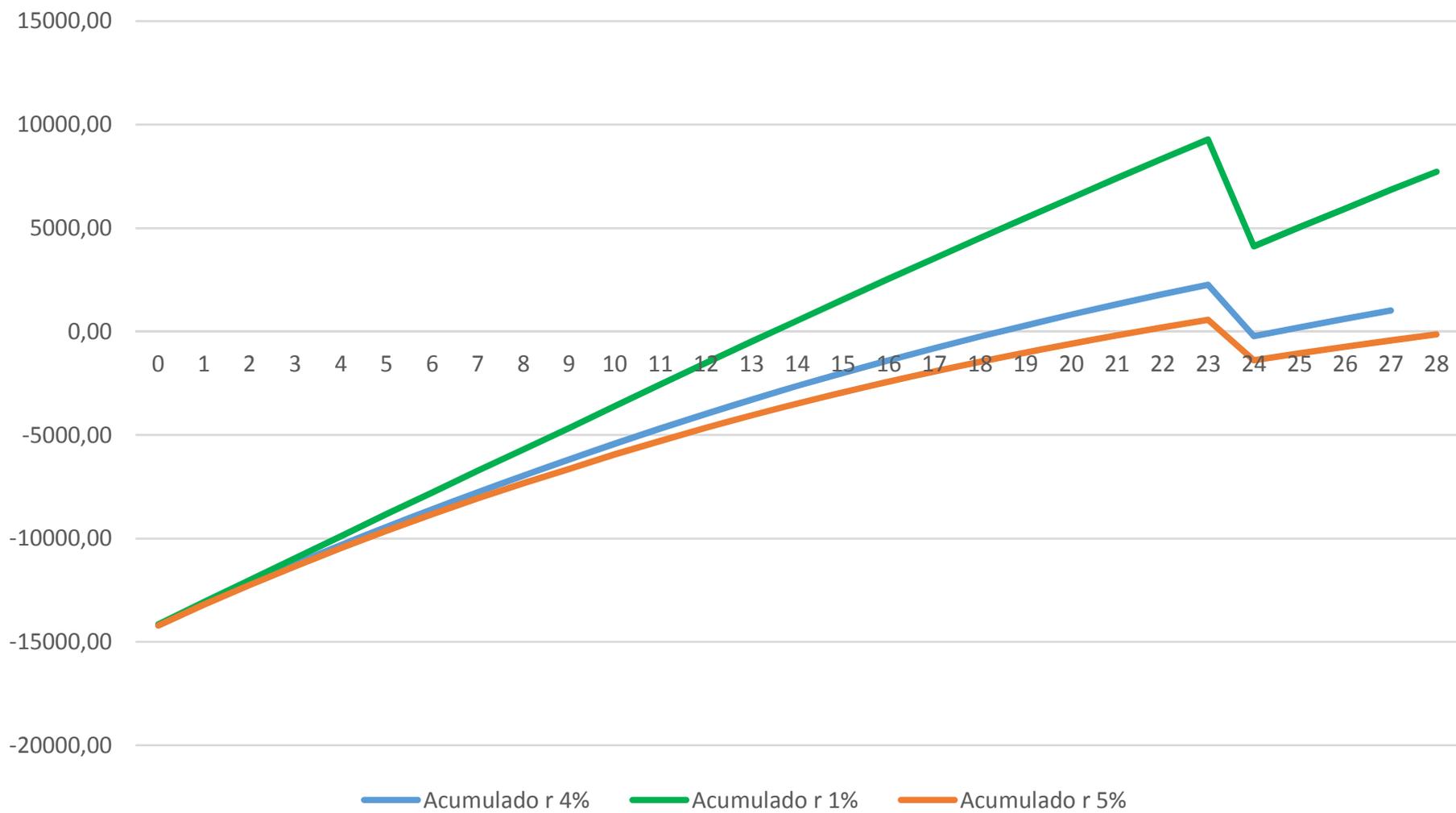
## Enfoque Macroeconómico



Análisis de sensibilidad del Coste Optimo vivienda Tipo A, enfoque macroeconómico más una subvención de 6000€ por vivienda

AÑO	Coste inversión (Ci)	Posible subvención	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)			Análisis de sensibilidad			Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
				Coste mantenimiento	Coste energía	Coste CO2 (Cc)	i=1%	i=4%	i=5%						
0	-22462,13	6000,00			1150,80	53,75	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57	-15257,57
1				-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1093,62	1062,07	1051,96	-14163,95	-14195,50	-14205,62
2				-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1082,79	1021,22	1001,87	-13081,16	-13174,28	-13203,75
3				-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1072,07	981,95	954,16	-12009,09	-12192,33	-12249,59
4				-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1061,46	944,18	908,72	-10947,63	-11248,15	-11340,87
5				-100,00	1150,80	53,75	1104,56	1104,56	1104,56	1050,95	907,86	865,45	-9896,69	-10340,29	-10475,42
6				-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1065,86	894,19	844,29	-8830,83	-9446,10	-9631,13
7				-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1055,31	859,80	804,09	-7775,52	-8586,30	-8827,04
8				-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1044,86	826,73	765,80	-6730,66	-7759,58	-8061,24
9				-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1034,51	794,93	729,33	-5696,15	-6964,65	-7331,91
10				-100,00	1150,80	80,63	1131,43	1131,43	1131,43	1024,27	764,36	694,60	-4671,87	-6200,29	-6637,31
11				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1062,31	769,87	692,95	-3609,57	-5430,42	-5944,36
12				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1051,79	740,26	659,96	-2557,77	-4690,15	-5284,40
13				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1041,38	711,79	628,53	-1516,40	-3978,36	-4655,88
14				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1031,07	684,41	598,60	-485,33	-3293,95	-4057,28
15				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1020,86	658,09	570,09	535,53	-2635,86	-3487,18
16				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1010,75	632,78	542,95	1546,28	-2003,08	-2944,24
17				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	1000,74	608,44	517,09	2547,02	-1394,64	-2427,14
18				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	990,83	585,04	492,47	3537,86	-809,60	-1934,68
19				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	981,02	562,54	469,02	4518,88	-247,06	-1465,66
20				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	971,31	540,90	446,68	5490,19	293,85	-1018,97
21				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	961,69	520,10	425,41	6451,89	813,94	-593,56
22				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	952,17	500,10	405,16	7404,06	1314,04	-188,41
23				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	942,75	480,86	385,86	8346,81	1794,90	197,46
24				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	933,41	462,37	367,49	9280,22	2257,27	564,94
25			-7800,00	-100,00	1150,80	134,38	-6614,82	-6614,82	-6614,82	-5158,02	-2481,33	-1953,37	4122,19	-224,06	-1388,43
26				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	915,02	427,48	333,32	5037,21	203,42	-1055,11
27				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	905,96	411,04	317,45	5943,17	614,46	-737,66
28				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	896,99	395,23	302,33	6840,16	1009,70	-435,32
29				-100,00	1150,80	134,38	1185,18	1185,18	1185,18	888,11	380,03	287,94	7728,27	1389,73	-147,39
VAN							7652	1336	-140	7728	1390	-147			

## Enfoque Macroeconómico con subvención



Datos Introducidos en el análisis de sensibilidad del Coste Óptimo de vivienda Tipo A

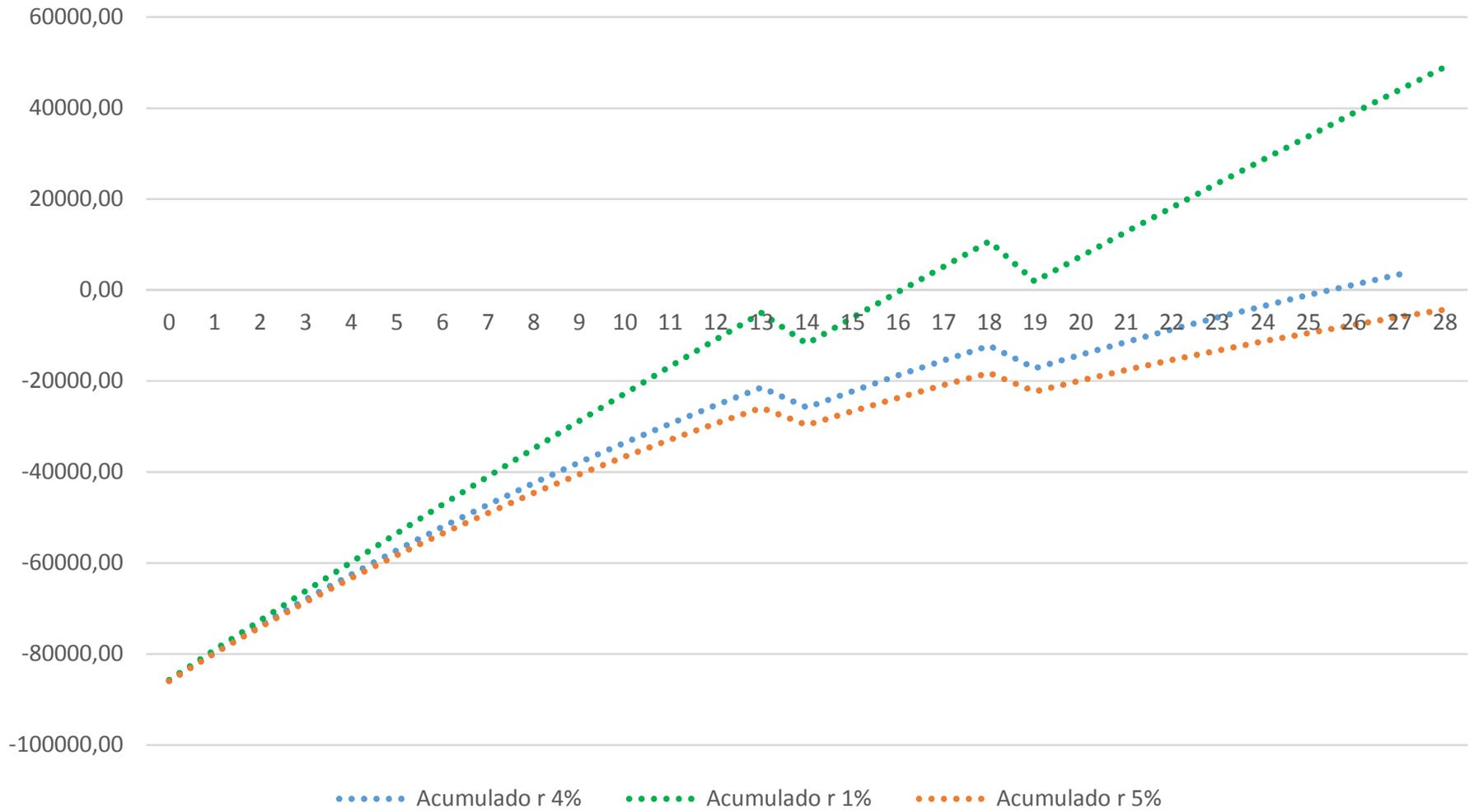
Emisiones de CO2 actual		Emisiones de CO2 reformado		Diferencia anual		Superficie vivienda		Precio		Coste del Co2 ahorrado
39,1	KgCO2/m2 año	12,49	KgCO2/m2 año	26,61	kgCO2/m2	101	m2	0,02	€/KgCO2 hasta 2025	53,75 €
								0,03	€/KgCO2 hasta 2030	80,63 €
								0,05	€/KgCO2 desde 2030	134,38 €

Consumo de energia total actual		Consumo de energia total reformado		Diferencia anual		Superficie vivienda		Precio		Coste energía ahorrada
115,45	Kwh/m2 año	36,87	Kwh/m2 año	78,58	Kwh/m2	101	m2	0,145	€/Kwh	1.150,80 €

Análisis de sensibilidad del Coste Optimo bloque de viviendas Tipo B, enfoque financiero

AÑO	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)			Coste CO2 (Cc)	Análisis de sensibilidad			Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
			Coste mantenimiento	Coste energía			i=1%	i=4%	i=5%						
0	-99945,97			7612,51		-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46	-92333,46
1			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6646,05	6454,33	6392,86	-85687,42	-85879,13	-85940,60	
2			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6580,24	6206,09	6088,44	-79107,17	-79673,04	-79852,16	
3			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6515,09	5967,39	5798,52	-72592,08	-73705,65	-74053,64	
4			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6450,59	5737,88	5522,40	-66141,50	-67967,77	-68531,25	
5			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6386,72	5517,19	5259,42	-59754,78	-62450,58	-63271,82	
6			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6323,48	5304,99	5008,98	-53431,29	-57145,59	-58262,85	
7			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6260,88	5100,95	4770,45	-47170,42	-52044,63	-53492,40	
8			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6198,89	4904,76	4543,29	-40971,53	-47139,87	-48949,11	
9			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6137,51	4716,12	4326,94	-34834,02	-42423,75	-44622,17	
10			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6076,74	4534,73	4120,90	-28757,27	-37889,02	-40501,27	
11			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	6016,58	4360,32	3924,66	-22740,69	-33528,71	-36576,61	
12			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5957,01	4192,61	3737,77	-16783,69	-29336,10	-32838,83	
13			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5898,03	4031,36	3559,79	-10885,66	-25304,74	-29279,05	
14			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5839,63	3876,31	3390,27	-5046,02	-21428,43	-25888,77	
15		-14550,00	-900,00	7612,51		-7837,49	-7837,49	-7837,49	-6750,82	-4351,88	-3769,97	-11796,85	-25780,32	-29658,74	
16			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5724,57	3583,86	3075,08	-6072,28	-22196,45	-26583,67	
17			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5667,89	3446,02	2928,64	-404,39	-18750,43	-23655,02	
18			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5611,77	3313,48	2789,19	5207,38	-15436,95	-20865,84	
19			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5556,21	3186,04	2656,37	10763,59	-12250,91	-18209,47	
20		-17508,00	-900,00	7612,51		-10795,49	-10795,49	-10795,49	-8847,39	-4926,92	-4068,71	1916,20	-17177,83	-22278,18	
21			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5446,73	2945,67	2409,40	7362,94	-14232,16	-19868,78	
22			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5392,80	2832,38	2294,67	12755,74	-11399,78	-17574,11	
23			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5339,41	2723,44	2185,40	18095,15	-8676,34	-15388,71	
24			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5286,54	2618,69	2081,33	23381,69	-6057,65	-13307,37	
25			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5234,20	2517,97	1982,22	28615,89	-3539,67	-11325,15	
26			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5182,38	2421,13	1887,83	33798,27	-1118,55	-9437,32	
27			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5131,07	2328,01	1797,93	38929,33	1209,46	-7639,39	
28			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5080,26	2238,47	1712,32	44009,59	3447,93	-5927,07	
29			-900,00	7612,51		6712,51	6712,51	6712,51	5029,96	2152,37	1630,78	49039,56	5600,31	-4296,29	
VAN						48554	5385	-4092	49040	5600	-4296				

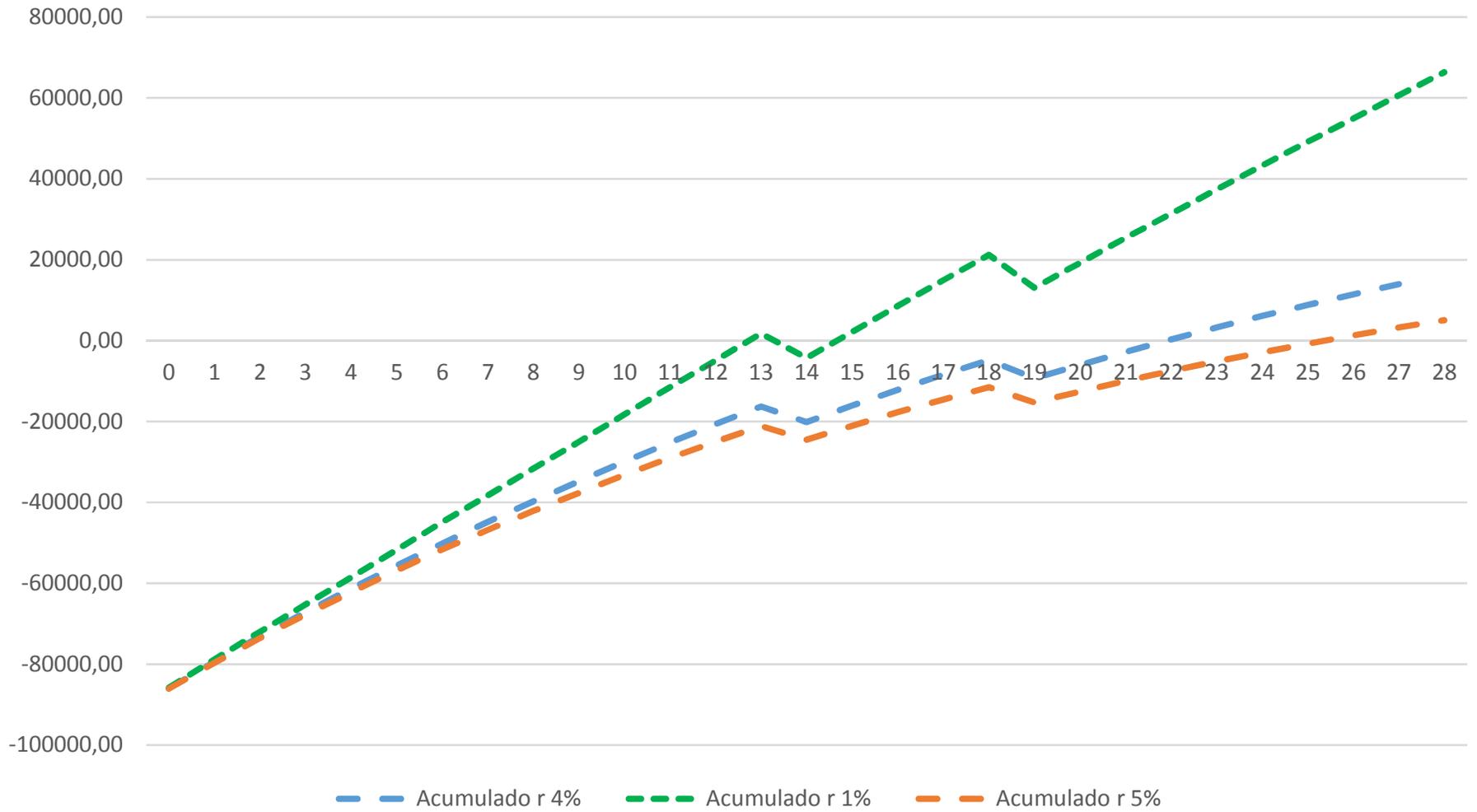
# Enfoque Financiero



Análisis de sensibilidad del Coste Optimo bloque de viviendas Tipo B, enfoque macroeconómico

AÑO	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)			Análisis de sensibilidad								
			Coste mantenimiento	Coste energía	Coste CO2 (Cc)	i=1%	i=4%	i=5%	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
0	-100738,33			7612,51	350,19	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64	-92775,64
1			-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6992,76	6791,05	6726,37	-85782,87	-85984,59	-86049,26
2			-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6923,53	6529,86	6406,07	-78859,34	-79454,73	-79643,19
3			-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6854,98	6278,71	6101,02	-72004,36	-73176,02	-73542,18
4			-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6787,11	6037,22	5810,49	-65217,26	-67138,81	-67731,68
5			-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6719,91	5805,02	5533,80	-58497,35	-61333,79	-62197,88
6			-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6818,32	5720,13	5400,95	-51679,03	-55613,66	-56796,93
7			-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6750,81	5500,12	5143,76	-44928,21	-50113,54	-51653,17
8			-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6683,97	5288,58	4898,82	-38244,24	-44824,96	-46754,35
9			-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6617,80	5085,17	4665,54	-31626,45	-39739,79	-42088,81
10			-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6552,27	4889,59	4443,37	-25074,17	-34850,20	-37645,44
11			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6801,28	4929,00	4436,53	-18272,90	-29921,20	-33208,91
12			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6733,94	4739,42	4225,27	-11538,96	-25181,78	-28983,65
13			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6667,27	4557,14	4024,06	-4871,69	-20624,64	-24959,58
14			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6601,25	4381,86	3832,44	1729,56	-16242,77	-21127,14
15		-14550,00	-900,00	7612,51	875,46	-6962,03	-6962,03	-6962,03	-5996,74	-3865,77	-3348,86	-4267,18	-20108,54	-24476,00
16			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6471,18	4051,28	3476,14	2204,01	-16057,26	-20999,86
17			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6407,11	3895,46	3310,61	8611,12	-12161,80	-17689,25
18			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6343,67	3745,64	3152,96	14954,79	-8416,16	-14536,30
19			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6280,87	3601,57	3002,82	21235,66	-4814,59	-11533,48
20		-17508,00	-900,00	7612,51	875,46	-9920,03	-9920,03	-9920,03	-8129,91	-4527,37	-3738,75	13105,75	-9341,96	-15272,23
21			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6157,11	3329,86	2723,64	19262,86	-6012,11	-12548,59
22			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6096,15	3201,79	2593,95	25359,01	-2810,32	-9954,64
23			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6035,79	3078,64	2470,43	31394,80	268,32	-7484,22
24			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5976,03	2960,23	2352,79	37370,83	3228,55	-5131,43
25			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5916,86	2846,38	2240,75	43287,69	6074,92	-2890,68
26			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5858,28	2736,90	2134,05	49145,96	8811,82	-756,63
27			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5800,27	2631,63	2032,43	54946,24	11443,46	1275,79
28			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5742,85	2530,42	1935,64	60689,09	13973,88	3211,43
29			-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5685,99	2433,09	1843,47	66375,07	16406,97	5054,90
VAN						65718	15776	4814	66375	16407	5055			

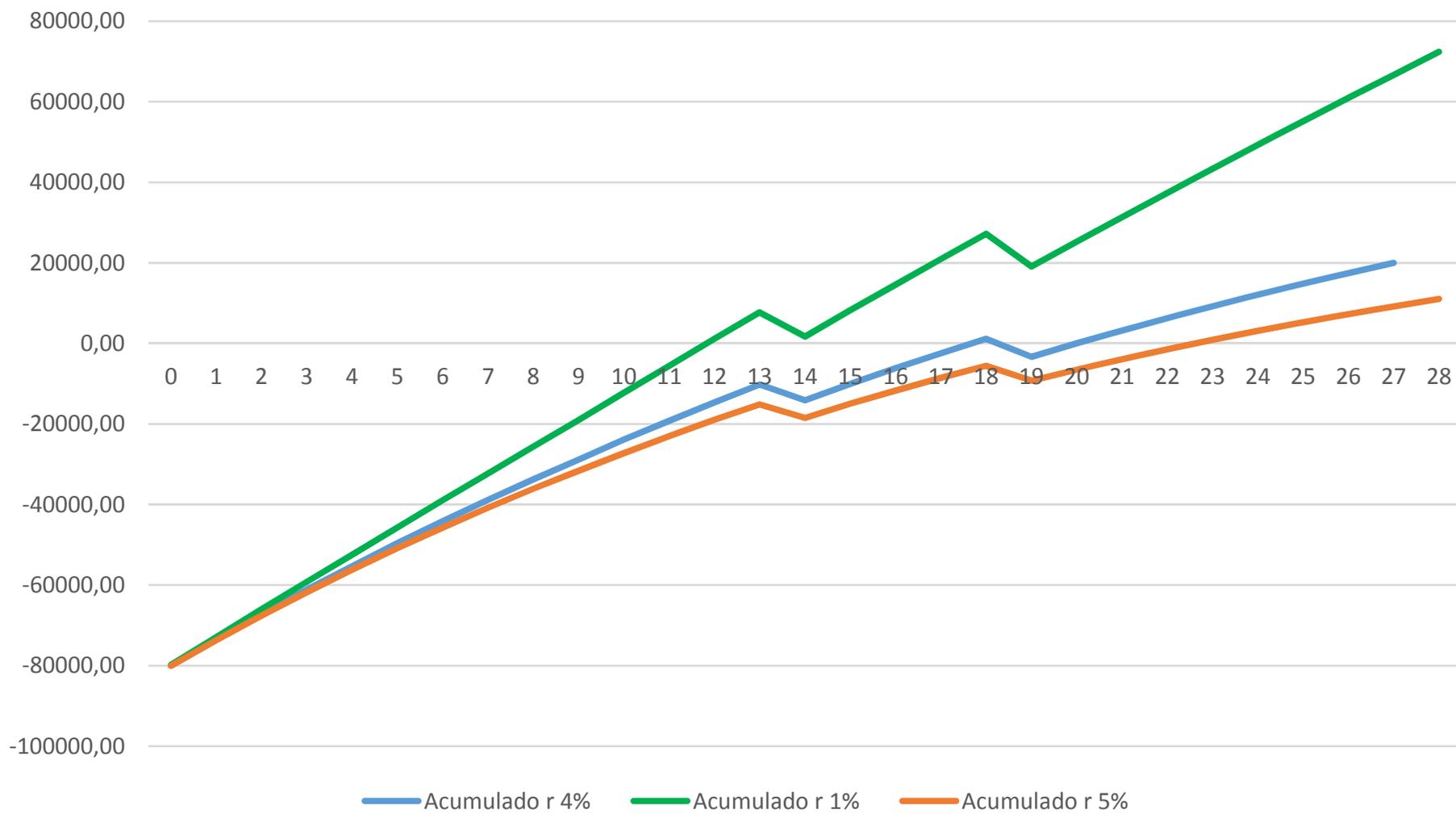
## Enfoque Macroeconómico



Análisis de sensibilidad del Coste Optimo bloque de viviendas Tipo B, enfoque macroeconómico y 6000€ de subvención por vivienda

AÑO	Coste inversión (Ci)	Posible subvención	Coste de sustitución	Coste anual (Ca)			Análisis de sensibilidad								
				Coste mantenimiento	Coste energía	Coste CO2 (Cc)	i=1%	i=4%	i=5%	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 5% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 5%
0	-100738,33	6000,00			7612,51	350,19	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64	-86775,64
1				-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6992,76	6791,05	6726,37	-79782,87	-79984,59	-80049,26
2				-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6923,53	6529,86	6406,07	-72859,34	-73454,73	-73643,19
3				-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6854,98	6278,71	6101,02	-66004,36	-67176,02	-67542,18
4				-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6787,11	6037,22	5810,49	-59217,26	-61138,81	-61731,68
5				-900,00	7612,51	350,19	7062,69	7062,69	7062,69	6719,91	5805,02	5533,80	-52497,35	-55333,79	-56197,88
6				-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6818,32	5720,13	5400,95	-45679,03	-49613,66	-50796,93
7				-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6750,81	5500,12	5143,76	-38928,21	-44113,54	-45653,17
8				-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6683,97	5288,58	4898,82	-32244,24	-38824,96	-40754,35
9				-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6617,80	5085,17	4665,54	-25626,45	-33739,79	-36088,81
10				-900,00	7612,51	525,28	7237,79	7237,79	7237,79	6552,27	4889,59	4443,37	-19074,17	-28850,20	-31645,44
11				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6801,28	4929,00	4436,53	-12272,90	-23921,20	-27208,91
12				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6733,94	4739,42	4225,27	-5538,96	-19181,78	-22983,65
13				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6667,27	4557,14	4024,06	1128,31	-14624,64	-18959,58
14				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6601,25	4381,86	3832,44	7729,56	-10242,77	-15127,14
15			-14550,00	-900,00	7612,51	875,46	-6962,03	-6962,03	-6962,03	-5996,74	-3865,77	-3348,86	1732,82	-14108,54	-18476,00
16				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6471,18	4051,28	3476,14	8204,01	-10057,26	-14999,86
17				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6407,11	3895,46	3310,61	14611,12	-6161,80	-11689,25
18				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6343,67	3745,64	3152,96	20954,79	-2416,16	-8536,30
19				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6280,87	3601,57	3002,82	27235,66	1185,41	-5533,48
20			-17508,00	-900,00	7612,51	875,46	-9920,03	-9920,03	-9920,03	-8129,91	-4527,37	-3738,75	19105,75	-3341,96	-9272,23
21				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6157,11	3329,86	2723,64	25262,86	-12,11	-6548,59
22				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6096,15	3201,79	2593,95	31359,01	3189,68	-3954,64
23				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	6035,79	3078,64	2470,43	37394,80	6268,32	-1484,22
24				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5976,03	2960,23	2352,79	43370,83	9228,55	868,57
25				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5916,86	2846,38	2240,75	49287,69	12074,92	3109,32
26				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5858,28	2736,90	2134,05	55145,96	14811,82	5243,37
27				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5800,27	2631,63	2032,43	60946,24	17443,46	7275,79
28				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5742,85	2530,42	1935,64	66689,09	19973,88	9211,43
29				-900,00	7612,51	875,46	7587,97	7587,97	7587,97	5685,99	2433,09	1843,47	72375,07	22406,97	11054,90
VAN							71658	21545	10528	72375	22407	11055			

## Enfoque Macroeconómico con subvención



Datos Introducidos en el análisis de sensibilidad del Coste Óptimo del bloque de viviendas B

Emisiones de CO2 actual		Emisiones de CO2 reformado		Diferencia anual		Superficie vivienda		Precio		Coste del Co2 ahorrado
50	KgCO2/m2 año	9,1	KgCO2/m2 año	40,9	kgCO2/m2	428,1	m2	0,02	€/KgCO2 hasta 2025	<b>350,19 €</b>
								0,03	€/KgCO2 hasta 2030	<b>525,28 €</b>
								0,05	€/KgCO2 desde 2030	<b>875,46 €</b>

Consumo de energia total actual		Consumo de energia total reformado		Diferencia anual		Superficie vivienda		Precio		Coste energía ahorrada
146,05	Kwh/m2 año	23,415	Kwh/m2 año	122,635	Kwh/m2	428,1	m2	0,145	€/Kwh	<b>7.612,51 €</b>

## **17. ANEXO 5. DOCUMENTACIÓN DE LA OPINIÓN DE LOS EXPERTOS**

A todos los expertos se les envió un e-mail con el siguiente texto para poder puntuar las diferentes opiniones:

Hola,

Necesito que me respondas a unas preguntas para poder completar un apartado de mi TFG, en cual necesito la opinión de varios expertos en el sector de la construcción.

Te pongo primero un poco en situación, las preguntas son sobre las posibles reformas en la construcción que le haría a una vivienda unifamiliar de una planta y un bloque de viviendas de 3 plantas con 2 viviendas por planta, la construcción es de los años 1965, en Vall d'Uixó y ahora mismo están sin ninguna reforma. Las reformas se llevarían a cabo teniendo en cuenta la eficiencia energética.

Necesito que me enumeres las posibles opciones de mejora del 1 al 3, siendo 3 la mejor opción y 1 la peor.

Opciones de reforma de la fachada.

- Fachada SATE.
- Fachada Ventilada.
- Por el interior con trasdosado.

Opciones de reforma de la cubierta.

- Por el exterior, colocando aislamiento bajo teja.
- Por el interior, colocando aislamiento entre forjado y falso techo.

Opciones de reforma de la carpintería.

- Madera.
- Aluminio con RPT.
- PVC.

Opciones de cambio de las instalaciones.

En la vivienda unifamiliar para ACS y calefacción:

- Caldera estándar eléctrica
- Caldera de condensación
- Bomba de calor

En el bloque de viviendas para ACS, calefacción y refrigeración:

- Bomba de calor
- Caldera condensación y aire acondicionado
- Sistema solar con apoyo de caldera condensación y aire acondicionado

También necesitaré que me indiques el título académico que tienes, el puesto de trabajo y los años de experiencia en el sector de la construcción.

Gracias

Posibles reformas		Puntuaciones										Total puntuaciones
FACHADA	Fachada Sate	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2,4
	Fachada Ventilada	3	1	3	1	2	3	3	2	2	2	2,2
	Fachada aisl. Int.	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1,4
CUBIERTA	Cub. Incl. Aisl. Bajo Teja	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1,8
	Cub. Aisl. en falso techo	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1,2
CARPINTERÍA	Ventanas de madera	2	1	2	1	1	1	1	1	3	3	1,6
	Ventanas de aluminio con RPT	1	3	1	3	2	2	3	2	1	2	2,0
	Ventanas de PVC	3	2	3	2	3	3	2	3	2	1	2,4
INSTALACIONES Viv. Tipo A	Caldera estandar electrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1,1
	Caldera condensación gas	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2,4
	Bomba de calor	2	2	3	2	3	3	3	3	3	1	2,5
INSTALACIONES Viv. Tipo B	Instalación bomba de calor todo	1	2	3	2	2	1	1	1	2	1	1,6
	Caldera condensación gas + aire acondicionado	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1,5
	Energia solas ACS y cale + aire acondicionado	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2,9
Título académico		Arquitecto Técnico	Arquitecto	Diseñador industrial y deliniante	Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	Delineante	Arquitecto Técnico	
Profesión		Profesor universidad	Arquitecto	Empresario construcción	Arquitecto Técnico	Empresario construcción	Arquitecto Técnico	Arquitecto Técnico	Empresario construcción	Delineante	Profesor universidad	
Años de experiencia		12	42	39	5	16	4	2	20	39	13	