



**Universitat de les
Illes Balears**
Escola Politècnica Superior

Memoria del Trabajo de Fin de Grado

ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE CERRAMIENTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Carlos Colomar Soriano

Grado de Edificación

Año académico 2018-19

DNI de l'alumne: 43170497A

Treball tutelat per Andreu Moia Pol
Departament de Física

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
X		X	

RESUMEN

Frente al crecimiento continuo de las emisiones de CO₂ que derivan de la actividad humana, y el calentamiento global asociado, la Unión Europea ha establecido una serie de pautas que pretenden fomentar la eficiencia energética de los principales sectores consumidores de energía (Transporte, Industria, Edificación y Agricultura), con el fin de atenuar y reducir dichas emisiones.

Ante esta situación, el objetivo prioritario de este Trabajo Fin de Grado (TFG) ha sido analizar energéticamente una vivienda existente y adecuarla a las nuevas necesidades energéticas mediante la optimización de sus cerramientos y utilización de fuentes de energía renovables, logrando así una edificación más sostenible.

Para ello se ha utilizado el programa informático DesignBuilder, desde el cual se ha modelado y analizado tanto la vivienda original, como cada una de las soluciones planteadas.

En cuanto a los resultados obtenidos, se ha observado que una vez aplicadas las medidas de mejora propuestas, se ha producido una importante disminución de la demanda de calefacción, consiguiéndose un mayor ahorro energético, y por tanto, una reducción de las emisiones de CO₂.

En resumen, queda demostrada la importancia que tiene la envolvente térmica en la mejora de la eficiencia energética de la vivienda, teniendo un papel fundamental tanto en la reducción de la demanda energética como en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro punto a tener en cuenta, es la necesidad de utilizar herramientas informáticas tipo DesignBuilder si se pretenden buscar las mejores soluciones constructivas desde el punto de vista energético, tanto en la rehabilitación de edificios como en futuras construcciones.

Palabras clave: emisiones CO₂, cambio climático, eficiencia energética, aislamiento térmico, ahorro energético.

Índice

1 INTRODUCCIÓN	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.CAMBIO CLIMATICO	15
1.4. CONSUMO DE ENERGIA Y EDIFICACIÓN.....	17
1.4.1 Consumo energético en España y fuentes de energía	17
1.4.2 Consumo de energía en el sector de la edificación	19
1.5 EFICIENCIA ENERGETICA Y EDIFICACIÓN	22
1.5.1 Ahorro energético	23
1.5.2 Eficiencia energética.....	23
1.5.3 Eficiencia energética en el uso de la edificación.....	24
1.6 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	25
1.6.1 Desarrollo sostenible antecedente de la construcción sostenible	25
1.6.2 Construcción sostenible.....	27
1.7 MARCO NORMATIVO	28
1.7.2 Ámbito europeo.....	29
1.7.3 Ámbito estatal	30
2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO	35
2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	35
2.1.1 Agentes intervinientes.....	35
2.1.2 Información previa	35
2.1.3 Descripción general del edificio. Estado actual.....	37

2.1.4 Cuadro de superficies	38
2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	39
2.2.1 Sustentación del edificio	39
2.2.2 Sistema estructura	39
2.2.3 Sistema envolvente.....	40
2.2.4 Sistema de compartimentación.....	41
2.2.5 Sistemas de acabados.....	41
2.2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.....	42
3. ANÁLISIS ENERGETICO DE LA VIVIENDA ACTUALMENTE.....	43
3.1 INTRODUCCIÓN	43
3.2 MODELADO 3D.....	43
3.2.1 Crear un sitio.....	44
3.2.2 Crear un edificio	45
3.2.3 Dibujar bloques para definir la geometría del edificio.....	76
3.2.4 Generar las diferentes zonas térmicas del edificio mediante particiones.....	77
3.2.5 Creación de aberturas.....	78
3.3 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
3.3.1 Confort térmico del edificio.....	78
3.3.2 Perdidas - Ganancias de calor de los cerramientos.....	81
3.3.3 Demanda energética del edificio	82
3.3.4 Consumo energético del edificio	84
3.3.5 Emisiones Co2.....	87
4. PROPUESTA DE MEJORAS ENERGETICAS	90
4.1 INTRODUCCIÓN	90
4.2 AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR	90

4.2 AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR	92
4.3 SUSTITUCIÓN DE LA CARPINTERÍA EXTERIOR	93
4.4 MEJORA INSTALACIÓN	95
5. ESTUDIO Y ANALISIS ENERGETICO DEL EDIFICIO CON LAS MEJORAS IMPLANTADAS	97
5.1 INTRODUCCIÓN	97
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR (SATE) ...	97
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR (TRASDOSADO AUTOPORTANTE)	99
5.4 ANÁLISIS DE SUSTITUCIÓN DE CARPINTERÍA.....	100
5.5 ANÁLISIS CIRCUITO DE RADIADORES E HIDROESTUFA	101
5.6 COMPARATIVA DE RESULTADOS SATE - TRASDOSADO	101
6. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONOMICA	103
6.1 INTRODUCCIÓN	103
6.1.1 Valor actual neto	103
6.1.2 Tasa interna de retomo (TIR).....	105
6.2 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR (SATE)	106
6.2.1 Coste total inversión y ahorro energético	106
6.2.2 VAN, TIR y PR	106
6.2.3 Análisis de resultados	107
6.2.4 Óptimo económico	107
6.3 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR (TRASDOSADO AUTOPORTANTE)	109
6.3.1 Coste total inversión y ahorro energético	109
6.3.2 VAN, TIR Y PR	109

6.3.3 Análisis de resultados	110
6.3.4 Óptimo económico	110
6.4 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA	112
6.4.1 Coste total inversión y ahorro energético	112
6.4.2 VAN, TIR Y PR	112
6.4.3 Análisis de resultados	113
6.5 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA MEJORA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN	113
6.5.1 Coste total inversión y ahorro energético	113
6.5.2 VAN, TIR Y PR	113
6.5.3 Análisis de resultados	114
6.6 COMPARACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	114
7 PROPUESTA DE CONJUNTO DE MEJORAS	115
7.1 INTRODUCCIÓN	115
7.2 ANÁLISIS CONJUNTO DE MEJORAS	115
7.2 VAN, TIR Y PR	116
7.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	116
8. CERTIFICADO ENERGÉTICO	117
9 CONCLUSIONES	118
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS	123
ANEXO I CÁLCULO VAN-TIR-PR SATE.....	124
ANEXO II CÁLCULO VAN-TIR-PR TRASDOSADO	130
ANEXO III CERTIFICACIÓN ENERGETICA	134
ANEXO IV PRESUPUESTOS.....	139
ANEXO V FICHAS TÉCNICAS.....	142



ANEXO VI PLANOS 188

Índice de figuras

Figura 1. Dependencia Energética en España y UE 28.....	18
Figura 2. Consumo de energía primaria por fuentes energéticas, 2000-2015.	18
Figura 3. Consumo de energía primaria en España, 2016	19
Figura 4. Ciclo de vida de un edificio	20
Figura 5. Consumo de energía final en el sector residencial UE, 2017	20
Figura 6. Consumo de energía final por sectores en España, 2017	21
Figura 7. Consumo energético por usos en el sector residencial en España, 2017.....	22
Figura 8. Ahorro vs Eficiencia.	24
Figura 9. Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible.	26
Figura 10. Línea de vida de la normativa relacionada con la eficiencia energética.	28
Figura 11. Emplazamiento vivienda	36
Figura 12. Emplazamiento Vivienda	36
Figura 13. Vivienda objeto de estudio.....	38
Figura 14 Distribución planta baja de la vivienda.....	39
Figura 15. Configuración a nivel sitio.	44
Figura 16. Pestaña actividad.	45
Figura 17. Programación periodos de ocupación.....	48
Figura 18. Programación periodos de ocupación.....	48
Figura 19. Control ambiental.....	52
Figura 20. Programación equipos	53
Figura 21. Pestaña cerramientos.....	54
Figura 22. Datos cerramientos.....	54
Figura 23. Edición de materiales.....	55
Figura 24. Infiltraciones CTE.....	56
Figura 25. Sección muro exterior	56
Figura 26. Propiedades muro exterior.....	57
Figura 27. Sección partición interior.....	57
Figura 28. Propiedades partición interior.	58
Figura 29. Sección suelo sobre terreno.	58

Figura 30. Propiedades suelo sobre terreno.....	59
Figura 31. Sección cubierta inclinada.....	59
Figura 32. Propiedades cubierta inclinada.....	60
Figura 33. Datos aberturas.....	61
Figura 34. Datos ventanas exteriores.....	62
Figura 35. Datos acristalamientos.....	62
Figura 36. Propiedades acristalamiento.....	63
Figura 37. Datos marcos y divisiones.....	63
Figura 38. Datos puertas.....	64
Figura 39. Propiedades puertas.....	64
Figura 40. Programación iluminación.....	65
Figura 41. Datos calefacción.....	67
Figura 42. Programación calefacción.....	68
Figura 43. Programación calefacción.....	68
Figura. 44 Datos de refrigeración.....	69
Figura 45. Programación refrigeración.....	70
Figura 46. Programación refrigeración.....	70
Figura 47. Datos ACS.....	71
Figura 48. Programación ventilación natural invierno.....	74
Figura 49. Programación ventilación natural verano.....	75
Figura 50. Datos HVAC cocina.....	76
Figura 51. Ejemplos de cada uno de los tipos de bloque, de izquierda a derecha: edificio, contorno y componente Fuente: DesignBuilder.....	77
Figura 52. Particiones de la vivienda objeto de estudio.....	77
Figura 53. Gráfica confort anual vivienda.....	79
Figura 54. Gráfica confort mensual vivienda.....	80
Figura 55. Gráfica confort mensual vivienda.....	80
Figura 56. Pérdidas anuales cerramiento vivienda.....	81
Figura 57. Pérdidas mensuales cerramiento vivienda.....	82
Figura 58. Demanda térmica anual vivienda.....	83
Figura 59. Demanda térmica mensual de calefacción vivienda.....	83
Figura 60. Demanda térmica mensual de refrigeración vivienda.....	84

Figura 61. Consumo total mensual vivienda.....	85
Figura 62. Consumo total anual desglosado vivienda.....	86
Figura 63. Consumo total mensual desglosado vivienda.....	86
Figura 64. Consumo mensual calefacción y refrigeración vivienda.....	87
Figura 65. Emisiones mensuales de CO ₂	88
Figura 66. Desglose emisiones CO ₂ anuales vivienda.....	89
Figura 67. Detalle sistema SATE.....	91
Figura 68. Detalle trasdosado autoportante.....	92
Figura 69. Carpintería de PVC.....	93
Figura 70. Vidrio de baja emisividad.....	94
Figura 71. Circuito de radiadores con hidroestufa.....	96
Figura 72. Consumo energético -Aislamiento térmico SATE.....	98
Figura 73. Consumo energético -Aislamiento térmico Trasdosado autoportante.....	100
Figura 74. Comparativa ahorro energético.....	102
Figura 75. Rentabilidades.....	104
Figura 76. VAN en función del espesor del aislamiento térmico.....	107
Figura 77 Coste económico (€) de la inversión inicial y el gasto en energía, en función del espesor de aislamiento Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura 78. VAN en función del espesor del aislamiento térmico.....	110
Figura 79 Coste económico (€) de la inversión inicial y el gasto en energía, en función del espesor de aislamiento Fuente: Elaboración propia.....	111
Figura 80 Calificación energética vivienda actual.....	117
Figura 81 Calificación energética vivienda con conjunto de mejoras.....	117

Índice de tablas

Tabla 1. Cuadro de superficies vivienda	38
Tabla 2. Densidad ocupación (Tabla 2.1 del DB-SI CTE).....	46
Tabla 3. Perfiles de uso DB-HE1 del CTE	47
Tabla 4. Tasa metabólica en función de la actividad.	49
Tabla 5. Aislamiento térmico de la vestimenta.....	50
Tabla 6. Demanda de referencia a 60 °C (Tabla 4.1 DB-HE4).	51
Tabla 7. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado. (Tabla 4.2 DB-HE4).	51
Tabla 8. Demanda total ACS.	51
Tabla 9. Fracciones de calor por iluminación. (Tabla 3 ASHREA).....	66
Tabla 10. Temperatura media del agua fría.(Tabla B.1 DB-HE del CTE).	72
Tabla 11. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables (Tabla 2.1 HS-3 del CTE).....	73
Tabla 12. Caudal locales secos.	73
Tabla 13. Caudal locales húmedos.....	73
Tabla 14. Instalaciones de la vivienda por dependencia.....	75
Tabla 15. Condiciones interiores. (Tabla 1.4.1.1 del RITE).....	78
Tabla 16. Factores de emisión.....	88
Tabla 17. Emisiones de CO ₂	89
Tabla 18. Ventajas e inconvenientes instalación SATE.	91
Tabla 19. Ventajas e inconvenientes instalación trasdosado autoportante.....	92
Tabla 20. Ventajas e inconvenientes instalación carpintería PVC	94
Tabla 21. Cálculo del número de radiadores de la vivienda.....	95
Tabla 22. Ventajas e inconvenientes instalación circuito de radiadores e hidroestufa.....	96
Tabla 23. Transmitancia térmica SATE	97
Tabla 24. Resultados análisis energético SATE.	98
Tabla 25. Transmitancia térmica Trasdosado autoportante.....	99
Tabla 26. Resultados análisis energético Trasdosado autoportante.....	99
Tabla 27. Resultados del análisis sustitución carpintería.....	100

Tabla 28. Resultados del análisis mejora instalación calefacción.....	101
Tabla 29. Criterios VAN.....	104
Tabla 30. Criterios TIR.....	105
Tabla 31. Coste total inversión y ahorro energético SATE.....	106
Tabla 32. Resumen VAN, TIR y PR.....	106
Tabla 33. Coste de la inversión y gasto energético en 30 años.....	108
Tabla 34. Coste total inversión y ahorro energético Trasdosado autoportante.....	109
Tabla 35. Resumen VAN,TIR y PR.....	109
Tabla 36. Coste de la inversión y gasto energético en 30 años.....	111
Tabla 37. Coste total inversión y ahorro energético sustitución marco de PVC y vidrio de baja emisividad.....	112
Tabla 38. Flujo de caja sustitución marco de PVC y vidrio de baja emisividad.....	112
Tabla 39. Coste total inversión y ahorro energético circuito de radiadores e hidroestufa.....	113
Tabla 40. Flujo de caja instalación circuito de radiadores e hidroestufa.....	113
Tabla 41. Comparativo de las diferentes mejoras aplicadas.....	114
Tabla 42. Coste total conjunto de mejoras.....	115
Tabla 43. Resultados del análisis conjunto de mejoras.....	115
Tabla 44. Flujo de caja conjunto de mejoras.....	116
Tabla 45. Flujo de caja SATE 4 cm espesor.....	124
Tabla 46. Flujo de caja SATE 5 cm espesor.....	124
Tabla 47. Flujo de caja SATE 6 cm espesor.....	125
Tabla 48. Flujo de caja SATE 7 cm espesor.....	125
Tabla 49. Flujo de caja SATE 8 cm espesor.....	126
Tabla 50. Flujo de caja SATE 9 cm espesor.....	126
Tabla 51. Flujo de caja SATE 10 cm espesor.....	127
Tabla 52. Flujo de caja SATE 11 cm espesor.....	127
Tabla 53. Flujo de caja SATE 12 cm espesor.....	128
Tabla 54. Flujo de caja SATE 13 cm espesor.....	128
Tabla 55. Flujo de caja SATE 14 cm espesor.....	129
Tabla 56. Flujo de caja trasdosado 30 mm espesor.....	130
Tabla 57. Flujo de caja trasdosado 45 mm espesor.....	130
Tabla 58. Flujo de caja trasdosado 65 mm espesor.....	131

Tabla 59. Flujo de caja trasdosado 85 mm espesor.	131
Tabla 60. Flujo de caja trasdosado 100 mm espesor.	132
Tabla 61. Flujo de caja trasdosado 120 mm espesor.	132
Tabla 62. Flujo de caja trasdosado 140 mm espesor.	133

Acrónimos

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

ACV: Análisis de Ciclo de Vida.

CMNUCC: Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CNUMAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DB-HE: Documento Básico de ahorro de energía.

GEI: Gases Efecto Invernadero.

HULC: Herramienta Unificada Lider-Calener

HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

IPCC: Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

LOE: Ley de Ordenación de la Edificación.

MINETUR: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

NZEB: Nearly Zero Energy Buildings.

OMM: Organización Meteorológica Mundial.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

PR: Periodo de Retorno.

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

SATE: Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

VAN: Valor Actual Neto.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El consumo energético en los últimos siglos ha aumentado exponencialmente debido a la necesidad del ser humano de mejorar sus condiciones de confort con modelos que cada vez consumen más energía y que tienen en cuenta menos la naturaleza y el clima.

El hecho de utilizar a lo largo de los años, como fuente principal de abastecimiento energético los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) generadores de gases de efecto invernadero (CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 , N_2O , CFCs), ha provocado importantes daños sobre el medio ambiente y el clima.

La emisión incontrolada de estos gases a la atmosfera, ha generado un fenómeno denominado efecto invernadero por el cual parte de la energía térmica generada por el sol queda atrapada en nuestro planeta en lugar de volver al espacio, provocando un excesivo calentamiento global que deriva a cambios significativos en el clima mundial.

Ante este marco de cambio climático global, destaca el papel clave del sector de la edificación. Esto se debe a que un tercio de las emisiones globales de CO_2 equivalentes, principal indicador del cambio climático, tienen su causa en la construcción y el uso de los edificios.

Actualmente, el hecho de que el parque edificatorio este poco adaptado a los nuevos modelos de confort, ha provocado que simplemente el uso del edificio, es decir, la energía que se consume en calefacción, refrigeración, iluminación y agua caliente sanitaria, sea el mayor responsable de las emisiones de CO_2 del sector de la construcción, incluso por delante de las emisiones producidas para la construcción de los edificios.

Todo ello ha generado una tendencia mundial que promueve la construcción de edificios que requieren menor cantidad de energía para satisfacer las condiciones de confort de los usuarios, consiguiendo con ello un menor consumo de energía y por consiguiente una menor emisión de CO_2 .

Por ello resulta de especial interés plantearnos una edificación que funcione de una manera más eficiente y sostenible que nos permita mantener nuestro bienestar propio sin comprometer el común.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es el estudio de optimización de los cerramientos de una vivienda unifamiliar situada en el barrio Establiments perteneciente al término municipal de Palma de Mallorca, con el fin de reducir la demanda energética y la emisión de dióxido de carbono (CO₂), cumpliendo así con las nuevas directrices establecidas por la Unión Europea en materia de eficiencia energética y acercándonos un poco más al concepto de una construcción sostenible.

Para ello, se han marcado los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar la demanda energética actual de la vivienda.
- Mejorar la envolvente térmica del edificio.
- Mejorar el sistema de calefacción.
- Evaluar energéticamente las medidas de mejora propuestas.
- Realizar estudio comparativo del consumo energético entre el estado actual y las alternativas de mejora.
- Estudiar la viabilidad económica de las soluciones planteadas.

1.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.CAMBIO CLIMATICO

Desde hace décadas la problemática medioambiental ha generado una gran preocupación en el ser humano. Esto se pone realmente de manifiesto el 15 de junio de 1972, en Estocolmo, donde tuvo lugar La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, donde por primera vez se debate sobre la problemática ambiental, haciendo hincapié de la importancia del mismo sobre el ser humano. Esta cumbre supuso un punto de inflexión por la preocupación de los aspectos medioambientales a nivel mundial, quedando todo ello plasmado en un documento conocido como la Declaración de Estocolmo, que contiene 106 recomendaciones y 24 principios a seguir, para la conservación y protección del medio ambiente.

Pero no fue hasta 1979, en la primera Conferencia sobre el Clima, en Ginebra, donde se consideró por primera vez el cambio climático como una amenaza real para el planeta y como éste podría afectar a la actividad humana.

A partir de este punto, en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), deciden crear el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), con el objetivo de evaluar desde una visión científica el cambio climático, estimar sus causas y posibles repercusiones a nivel ambiental y socioeconómico, así como presentar estrategias de respuesta para adaptarse y atenuar sus efectos.

Dicho grupo presenta su Primer Informe de Evaluación (1990) dejando constancia de que:

Existe un efecto de invernadero natural que hace que la Tierra sea más cálida de lo que sería en caso de no existir ese efecto. Que las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases que producen efecto de invernadero (GEI): anhídrido carbónico (CO₂), metano, clorofluorocarbonos (CFC) y óxido nitroso. Estos aumentos potencian el efecto de invernadero, lo que producirá por término medio un calentamiento adicional de la superficie de la Tierra. El principal gas con efecto de invernadero, el vapor de agua, aumentará como consecuencia del calentamiento del planeta, y a su vez aumentará dicho efecto. (Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 1990, p.87).

A consecuencia de este informe, en 1992, tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), en Río de Janeiro, también conocida como “ La Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro “ ,donde se invitó a los gobiernos a firmar la Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En dicha Convención, que entro en vigor en 1994, se pone de manifiesto la preocupación por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero debido a la actividad humana, lo que supone un calentamiento adicional de la superficie y la atmosfera terrestre pudiendo afectar de manera negativa a los ecosistemas naturales y a la humanidad.

Aunque el objetivo fundamental de la Convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero, destaca el compromiso que deben adquirir los países participantes en elaborar

inventarios de las emisiones, que deben actualizarse periódicamente, publicarse y facilitarse al resto de países integrantes de la conferencia.

A partir de las primeras conferencias el mundo empieza a tomar más conciencia sobre esta problemática, produciéndose a lo largo de los años, diferentes cumbres y conferencias con expertos y científicos.

1.4. CONSUMO DE ENERGIA Y EDIFICACIÓN

Durante las tres últimas décadas se ha producido una tendencia al alza en referencia a la demanda energética. En este periodo de tiempo han tenido lugar cuatro crisis económico-energéticas a nivel mundial influenciando negativamente en la actividad económica y en la demanda energética de gran parte de los países desarrollados.

Con la crisis del petróleo de la década de los setenta se puso de manifiesto la debilidad de los países occidentales frente a los cambios bruscos del precio de esta materia prima. Este hecho fue el detonante para que la mayoría de estos países pusieran en marcha políticas orientadas a mejorar la eficiencia energética y reducir la dependencia energética del petróleo.

La incorporación de España en la UE provocó un importante desarrollo socio-económico del país, con una fuerte expansión en el sector automovilístico, un mayor equipamiento doméstico (sistemas de calefacción- aire acondicionado) y un importante desarrollo del sector inmobiliario. Todo ello ha tenido su reflejo en la evolución del consumo de energía.

1.4.1 Consumo energético en España y fuentes de energía

España se ha caracterizado tradicionalmente por un sistema de consumo energético basado predominantemente en el uso combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) importados prácticamente en su totalidad. Este hecho junto a la reducida aportación de recursos energéticos propios ha generado una importante dependencia energética con otros países para satisfacer su demanda energética. Esta situación se mantuvo constante hasta 2005, donde se produce un cambio de tendencia decreciente, fruto de la intensificación de las políticas españolas y europeas orientadas a fomentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables (Figura 1).

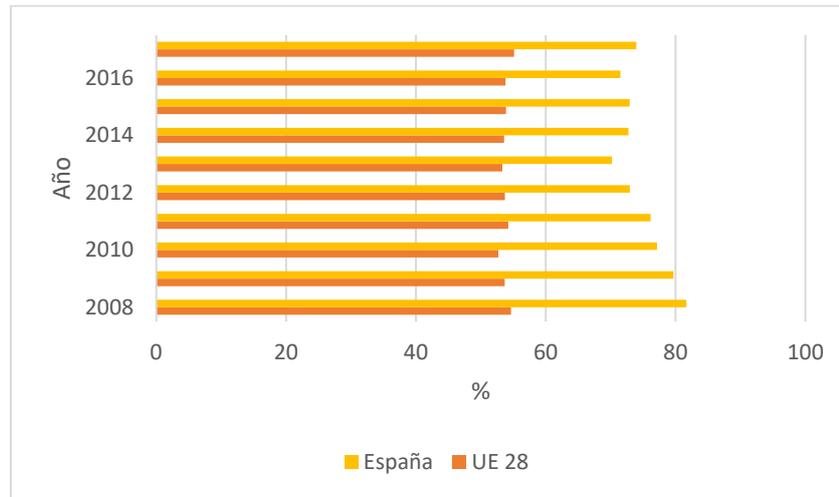


Figura 1. Dependencia Energética en España y UE 28.
Fuente: Elaboración propia.

Gracias a estas políticas basadas en la eficiencia energética y a la reducción de las emisiones de CO₂, como pueden ser la aprobación de los sucesivos Planes de Acción de Eficiencia Energética (2005-2007, 2008-2012, 2011-2020, 2017-2020), ha provocado que el consumo de energía primaria en España, haya una cierta diversificación de las fuentes energéticas, con una mayor incidencia de las energías renovables y no basándose fundamentalmente en combustibles fósiles (Figura 2) (Figura 3).

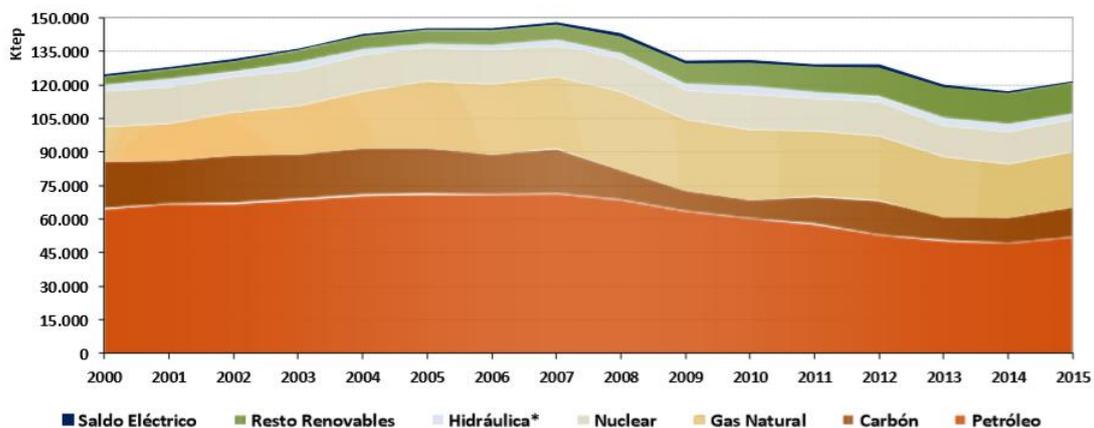


Figura 2. Consumo de energía primaria por fuentes energéticas, 2000-2015.
Fuente: EUROSTAT/ Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD).

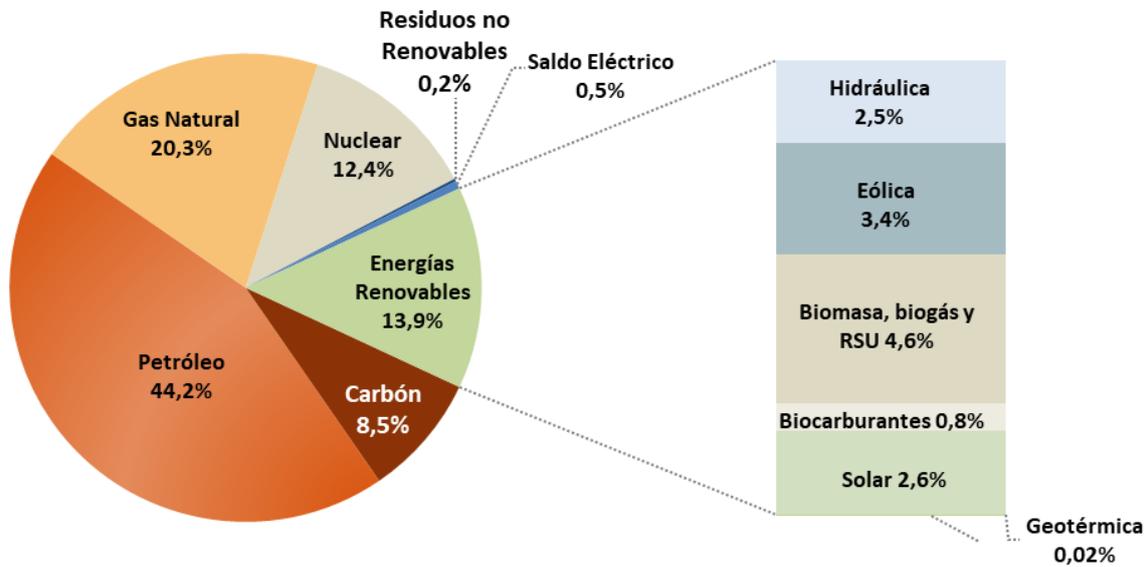


Figura 3. Consumo de energía primaria en España, 2016
Fuente: MINETAD, CORES, ENAGAS, REE, CNMC.

1.4.2 Consumo de energía en el sector de la edificación

El sector de la edificación tiene un enorme impacto en la evolución del consumo de energía y las emisiones de CO₂. En la Unión Europea se estima, que los edificios son responsables del 40% del consumo final de energía y del 36 % de las emisiones de CO₂ (Directiva 2010/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 2010).

Para entender este elevado consumo energético, no hay que considerar solamente el consumo energético ligado a la actividad edificatoria, también hay que tener en cuenta los asociados a la creación de la edificación y los derivados de su eliminación una vez agotada su vida útil, es decir, todo el ciclo de vida de un edificio (Figura 4).

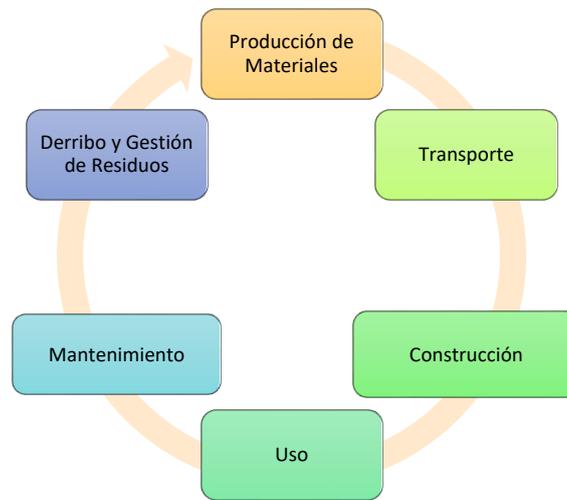


Figura 4. Ciclo de vida de un edificio
Fuente: Elaboración propia

Hay que considerar que no todas las edificaciones consumen lo mismo, si no que dependerá de diversos factores como: ubicación, clima, los sistemas de procesado de los materiales empleados, la durabilidad de los materiales, el sistema constructivo utilizado, la eficiencia de los equipos de la vivienda y el reciclaje de los materiales una vez finalizada la vida útil del edificio. Todo ello provoca variaciones en el consumo de energía tanto entre diferentes regiones de un mismo país como en distintos países (Figura 5).

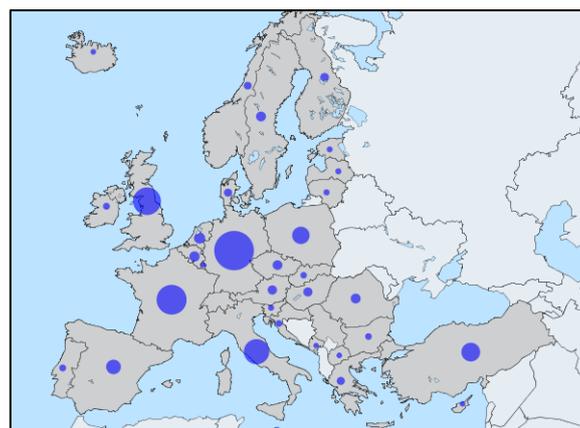


Figura 5. Consumo de energía final en el sector residencial UE, 2017
Fuente: Eurostat

Naturalmente, si comparamos España con el resto de países de la Unión Europea, el consumo es menor que la media europea, esto se debe a que las condiciones climáticas españolas son más favorables para el confort humano durante un mayor número de meses al año.

Ante este aumento paulatino del consumo de energía final de los edificios residenciales, la Unión Europea exige la necesidad de aumentar la eficiencia energética en un 20 % para 2020 y en al menos un 32,5 % para 2030 (Directiva UE 2018/2002,2018).

1.4.2.1 Consumo de energía en el sector de la edificación en España

En España el parque edificatorio existente representa el 30% del consumo de energía final, donde un 18,1% corresponde al sector doméstico y un 12% al sector terciario (Figura 6). Dentro de este parque edificatorio el sector residencial es el que mayor impacto tiene, ya que supone un 85% del parque construido, correspondiendo el 15% restante al sector servicios

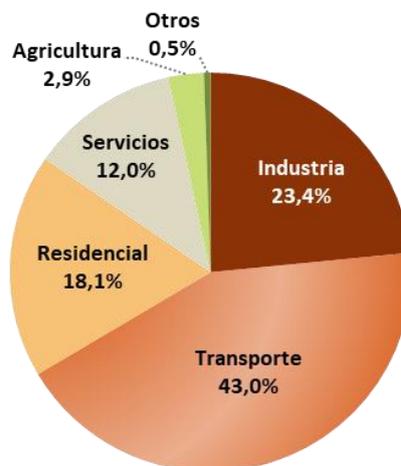


Figura 6. Consumo de energía final por sectores en España, 2017 Fuente: IDAE y elaboración propia.

Si profundizamos aún más en el sector residencial observamos la siguiente distribución del consumo de energía final: calefacción (43%), agua caliente sanitaria (19%), cocina (8%), iluminación y electrodomésticos (29%) y refrigeración (1%). El aire acondicionado, dada su estacionalidad, no representa a día de hoy un porcentaje de consumo importante, aunque contribuye a generar picos de demanda eléctrica que contribuyen a ocasionar problemas locales

en la continuidad del suministro eléctrico en los periodos de verano en que se alcanzan las temperaturas exteriores más altas (Figura 7).

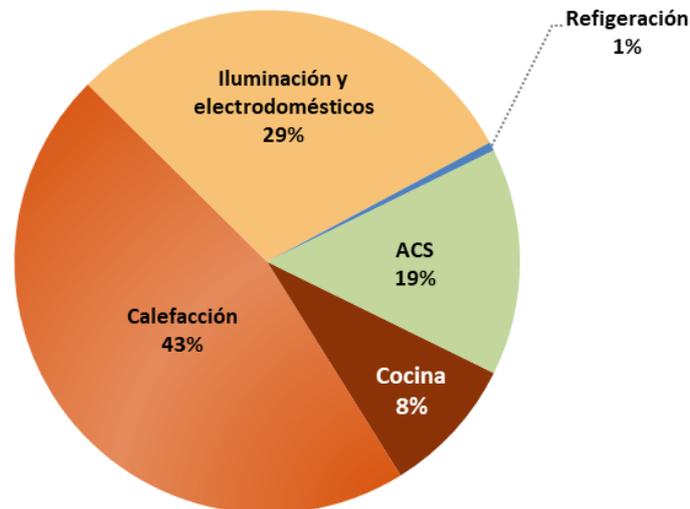


Figura 7. Consumo energético por usos en el sector residencial en España, 2017 Fuente: IDAE y Elaboración propia

Visto estos resultados, es comprensible pensar que gran parte de las políticas y estrategias energéticas estén focalizadas en mejorar la envolvente térmica de los edificios, así como incorporar equipos con un consumo más eficiente, con el fin de reducir el consumo energético en el sector de la edificación.

1.5 EFICIENCIA ENERGETICA Y EDIFICACIÓN

Con el actual modelo de consumo y abastecimiento energético que está comprometiendo tanto la disponibilidad de recursos energéticos como el futuro de nuestro planeta, el ahorro y la eficiencia energética aparecen como la principal estrategia para combatir a estos desafíos.

En estos últimos años estos dos términos han estado ligados estrechamente, tal vez esa sea la razón por la que habitualmente se confundan entre sí, y sea necesario definirlos individualmente para entender las principales diferencias entre ellos.

1.5.1 Ahorro energético

Ahorrar energía consiste en disminuir el gasto de energía reduciendo su servicio, es decir, hay que dejar de utilizar energía para conseguir dicho ahorro.

Esta filosofía implica un cambio en los hábitos de consumo humano, como pueden ser:

- Apagar las luces en habitaciones vacías.
- Llevar ropa clara y ligera en verano para evitar la necesidad de encender el aire acondicionado
- Apagando los aparatos electrónicos completamente cuando se acaben de usar.
- Abrir las cortinas para utilizar lo máximo posible la luz natural.

El ahorro de energía es una buena idea, pero no representa una solución a largo plazo. Estamos tomando recursos energéticos que ya existen y reservándolos para otros usos.

1.5.2 Eficiencia energética

La eficiencia energética sin embargo implica una demanda de energía menor pero sin que exista ningún cambio en los hábitos de consumo. En otras palabras, obtenemos los mismos bienes y servicios energéticos pero con menos energía. Estamos hablando entonces de la calidad de uso que hacemos de la energía.

Algunas de las medidas que habitualmente implantamos para conseguir dicha eficiencia energética, son:

- El uso de luminarias LEDS.
- Eligiendo electrodomésticos de clase A.
- Mejorar el aislamiento térmico de una casa. Un hogar bien aislado le permite reducir uso de la calefacción y la ventilación manteniendo una temperatura agradable todo el año dentro de la casa.
- Utilizar ventanas con un adecuado acristalamiento para conseguir un aislamiento óptimo.

Una vez definidos ambos conceptos podemos entender que la diferencia principal para conseguir reducir el gasto energético es el camino utilizado, por el cual ahorrar energía implica cortar el uso de la misma, y ser eficiente consiste en buscar un uso mejor de la energía.



Figura 8. Ahorro vs Eficiencia.
Fuente: Elaboración propia.

1.5.3 Eficiencia energética en el uso de la edificación

En el caso de la edificación, la eficiencia energética se entiende como la manera de gestionar el consumo energético requerido para mantener el edificio en condiciones de confort para el uso al que se destine.

De acuerdo con la Directiva Europea 2002/91 (2002), relativa a la eficiencia energética de la edificación, se define este concepto de la siguiente manera:

Eficiencia energética de un edificio: la cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía.

Atendiendo a las definiciones anteriores una edificación que requiera menos cantidad de energía para cubrir los requerimientos de habitabilidad, seguridad y confort, será más eficiente energéticamente y en consecuencia tendrá un impacto menor en el medio ambiente.

Una vez aclarado el concepto de eficiencia energética, podemos entender que desde el punto de vista de un edificio, el consumo de energía final para atender a las diferentes necesidades (ACS, iluminación, calefacción, refrigeración, etc.), es directamente proporcional a la demanda energética del edificio e inversamente proporcional al rendimiento de las instalaciones.

Por lo tanto teniendo en cuenta dicha relación, queda claro que para disminuir el consumo energético necesario para un uso estándar del edificio tenemos las siguientes posibilidades:

1. Reducir la demanda energética.
2. Aumentar el rendimiento energético de las instalaciones.
3. Actuación conjunta, reduciendo la demanda energética y aumentando el rendimiento de las instalaciones que dan cobertura a dicha demanda.

1.6 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Es evidente, que ante las nuevas políticas y estrategias energéticas, enfocadas a aumentar la eficiencia energética de las edificaciones y a una mayor repercusión de las energías renovables como fuente de energía con el fin de no comprometer el desarrollo de las futuras generaciones tanto por la desaparición de los recursos fósiles como por los problemas ambientales ocasionados por el modelo actual de consumo, el papel de una construcción sostenible es fundamental.

1.6.1 Desarrollo sostenible antecedente de la construcción sostenible

Para entender realmente el significado de una construcción sostenible es necesario hacer una parada en el propio concepto de desarrollo sostenible, ya que ambos están estrechamente relacionados.

Una de las primeras definiciones que podemos encontrar es en el Informe "Our Common Future" (1987), comúnmente conocido como el informe Brundtland, que establece el desarrollo sostenible como un "desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades".

Dicho desarrollo se basa en tres pilares fundamentales:

- **La sostenibilidad ambiental:** conservación y gestión de los recursos para la satisfacción de las necesidades presentes, sin degradar el medio ambiente que heredarán las generaciones futuras.
- **La sostenibilidad económica:** consiste en una economía capaz de asegurar un determinado poder adquisitivo, un bienestar económico y la protección de los recursos económicos frente a la explotación por parte de intereses específicos.
- **La sostenibilidad social:** comprende el desarrollo de la sociedad en un proceso participativo de todos sus integrantes, lo cual implica un equilibrio entre los diferentes sectores de la sociedad para garantizar una convivencia pacífica.

Estos tres pilares deben interrelacionarse entre sí para dar como resultado el desarrollo sostenible. Es decir, para que sea viable, debe haber un equilibrio entre lo económico y lo ambiental, para que sea equitativo, un equilibrio entre lo económico y lo social, y finalmente, que sea soportable por el equilibrio entre lo social y lo ambiental (Figura 9).

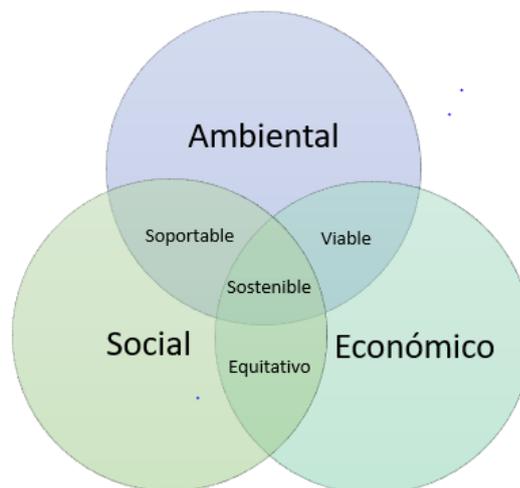


Figura 9. Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible.
Fuente: Elaboración propia.

1.6.2 Construcción sostenible

En estos últimos años el término de construcción sostenible ha estado muy presente en nuestras vidas, teniendo en cuenta los principios fundamentales del desarrollo sostenible, diversos autores han intentado interpretar dicho concepto, es el caso de Casado (1996) que define a construcción sostenible como:

La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios.

Por lo tanto podemos entender que la construcción sostenible es aquella que, atendiendo a las necesidades humanas busca reducir el impacto ambiental generado en todas las fases de su ciclo de vida, es decir una construcción que:

- **Se adapta y tiene en cuenta el entorno:** integrándose correctamente en el ambiente natural e utilizando un mínimo de terreno, siendo respetuosos con el patrimonio y cultura local.
- **Ahorra recursos:** uso eficiente de las materias primas, como el empleo de materiales bajo impacto ambiental y social que minimizan la emisión de sustancias perjudiciales para la salud y el medio ambiente.
- **Ahorra energía:** uso eficiente de la energía y el agua, como puede ser utilizando equipos que consumen menor cantidad de energía ofreciendo las mismas prestaciones.
- **Tiene en cuenta a los usuarios:** satisfacer las necesidades actuales de vivienda, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

1.7 MARCO NORMATIVO

De acuerdo con los Informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) se estima con una gran probabilidad que la causa del calentamiento global del planeta son las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que derivan de las actividades humanas.

Ante esta situación en 1997 surge el Protocolo de Kyoto, donde gran parte de los países industrializados se comprometen a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero en un porcentaje de al menos un 5%.

De acuerdo con este criterio la Unión Europea ha ido marcando una hoja de ruta con la intención de reducir las emisiones de CO₂ en unos niveles cada vez más exigentes, que los reflejados en los compromisos del Protocolo de Kyoto.

En lo que atañe al sector de la edificación y concretamente en España, a lo largo de los años se han ido aprobando diferentes normativas con tal de cumplir con los objetivos marcados (Figura 10).

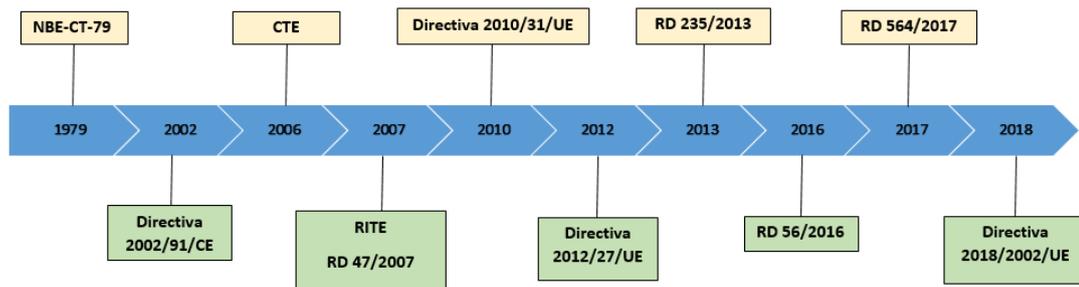


Figura 10. Línea de vida de la normativa relacionada con la eficiencia energética.
Fuente: Elaboración propia.

1.7.2 Ámbito europeo

1.7.2.1 Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios

La Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa al rendimiento energético de los edificios, tiene como objetivo principal fomentar la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

Para ello establece una serie de requisitos:

- **Adopción de una metodología (Artículo 3):** cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios.
- **Requisitos de eficiencia energética (Artículo 4):** establecer unos requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir tanto los edificios nuevos y como los existentes, en el caso que se realicen reformas importantes.
- **Certificado de eficiencia energética (Artículo 7):**
- **Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado (Artículo 8 y 9):** se realizarán inspecciones periódicas de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15 años.

1.7.2.2 Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios

Dicha directiva deroga la Directiva 2002/91/CE, uno de los grandes objetivos de esta directiva es la fijación de plazos para la implantación obligatoria de edificios de consumo de energía casi nulo. Así a partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deberán tener un consumo de energía casi nulo.

1.7.2.3 Directiva 2012/27/UE relativa a la Eficiencia Energética

Debido a que no se están alcanzando los objetivos fijados por la Unión Europea tanto a nivel de ahorro energético como de aumento de la eficiencia energética surge la necesidad de tomar medidas urgentes, de ahí la Directiva 2012/27/UE que deroga las directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE y modifica las directivas 2009/125/CE y 2010/30/EU.

La Directiva no establece objetivos de ahorro energético o mejora de la eficiencia energética por Estado miembro si no que fija un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de la Unión de un 20 % de ahorro para 2020.

1.7.2.4 Directiva 2018/2002/UE relativa a la Eficiencia Energética

Esta nueva Directiva surge de la necesidad de prologar las obligaciones de ahorro de energía establecidas por la Directiva 2012/27/UE más allá de 2020.

La Directiva de 2018/2002/UE establece un nuevo objetivo de aumento de eficiencia de al menos el 32,5% para el 2030 y prepara el camino para mejoras posteriores de eficiencia energética más allá de esos años.

1.7.3 Ámbito estatal

1.7.3.1 NBE-CT-79

El 8 de julio de 1979 nace en España la primera normativa energética de los edificios por el RD/2429/79 por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios.

A efectos de esta normativa los edificios quedaban definidos térmicamente por los siguientes conceptos:

- La transmisión global de calor a través del conjunto del cerramiento, definidos por su coeficiente KG
- La transmisión de calor a través de cada uno de los elementos que forman el cerramiento , definida por sus coeficientes K
- El comportamiento higrotérmico de los cerramientos
- La permeabilidad al aire de los cerramientos.

En resumen era un Decreto que tenía en cuenta los cerramientos de los edificios pero no a sus instalaciones térmicas.

1.7.3.2 Código Técnico de la Edificación (CTE) – Real Decreto 314/2006

El Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el RD 314/2006 y modificado por Orden FOM/1635/2013 por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE << Ahorro de Energía >> del Código Técnico de la Edificación, ampliándose a través de esta Orden el ámbito de actuación a la edificación existente e incorporando requerimientos más estrictos para su cumplimiento.

El CTE es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El CTE se divide en dos partes, la primera contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios; y la segunda está formada por los denominados Documentos Básicos, para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.

El objetivo básico del DB HE es el “Ahorro de energía “y consiste, según el texto del DB, en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía

Este documento consta de 5 exigencias básicas:

- **HE 1: Limitación de la demanda energética**
- **HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas**
- **HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**
- **HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**
- **HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**

Hay que hacer referencia a la sección HE 0 que aunque no es una exigencia básica se relaciona con varias de las anteriores.

1.7.3.3 Real Decreto 1027/2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

En el año 2007 debido a las nuevas necesidades referentes a la eficiencia energética de los edificios y la aprobación del Código Técnico de la Edificación se crea el nuevo RITE, aprobado en el Real Decreto 1027/1997. Este nuevo reglamento deroga y sustituye al anterior RITE aprobado por el Real Decreto 1751/1998.

A través del RD 1027/2007 se estable los requerimientos mínimos relativos al rendimiento de las instalaciones, los protocolos de inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios, y las normas para la evaluación del estado de las instalaciones técnicas.

La posterior necesidad de trasponer la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios junto con la exigencia de proceder a una revisión periódica en intervalos no superiores a cinco años de la exigencia de eficiencia energética establecida en la disposición final segunda del RD 1027/2007 fuerzan la publicación del RD 238/2013 que supone la modificación de determinados artículos e instrucciones técnicas del RD1027/2007 y su ajuste para la nueva realidad energética.

1.7.3.4 Real Decreto 47/2007

Ante las obligaciones establecidas por la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, referente a la necesidad de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética, el Real Decreto 47/2007 aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

El objetivo principal de este real decreto es establecer el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios y aprobar un distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética.

1.7.3.5 Real Decreto 235/2013

Tras la modificación de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, hace necesario volver a transponer al ordenamiento jurídico español las modificaciones introducidas.

Ante esta situación se crea el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

1.7.3.6 Real Decreto 56/2016

El 13 de febrero se publicó en el BOE el Real Decreto 56/2016 por el que se transpone parcialmente la Directiva 2012/27/UE, de Eficiencia Energética en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios energéticos y auditores, y promoción de la cogeneración de alta eficiencia.

La finalidad de este RD es fomentar un conjunto de actuaciones dentro de los procesos de consumo energético que puedan contribuir al ahorro y la eficiencia de la energía primaria consumida y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, a fin de alcanzar el objetivo general de un ahorro del 20 % en el consumo de energía primaria de la Unión Europea para el 2020.

1.7.3.7 Real Decreto 564/2017

El 6 de Junio de 2017 se publicó el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Dicho RD se caracteriza por dos cambios sustanciales:

- La incorporación de la definición de edificio de consumo de energía casi nulo, en su disposición adicional segunda.
- La modificación del ámbito de aplicación del certificado energético, donde ya no se excluyen los edificios protegidos, entendiéndose como tal, los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor

arquitectónico o histórico ahora sí deberán disponer de su correspondiente certificado energético

1.7.3.8 Proyecto de real decreto por el que se modifica el real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el código técnico de la edificación,

EL 29 de junio de 2018 se ha publicado en la página web del Ministerio de Fomento el PROYECTO DE REAL DECRETO POR EL QUE SE MODIFICA EL REAL DECRETO 314/2006, DE 17 DE MARZO, POR EL QUE SE APRUEBA EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, iniciando el trámite de audiencia e información pública del documento.

Con esta modificación se actualiza el Documento Básico DB HE de Ahorro de Energía, adaptando el Código Técnico de la Edificación a lo dispuesto en la Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios, que establece la obligación de revisar y actualizar los requisitos mínimos de eficiencia energética periódicamente, a intervalos no superiores a cinco años con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción.

2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.1 Agentes intervinientes

2.1.1.1 Promotor

Los datos del promotor del presente trabajo se resumen a continuación:

- Nombre o razón social: Universidad de las Islas Baleares (UIB).
- Domicilio: Ctra. De Valldemossa, km 7,5.
- Población: Palma de Mallorca (Islas Baleares)
- NIF/CIF: Q0718001A

2.1.1.2 Projectista

El presente proyecto ha sido redactado por Carlos Colomar Soriano, con DNI 43170497A y domicilio profesional en C/ Antoni Lliteres nº 17 G,07013, Palma de Mallorca (Islas Baleares).

2.1.2 Información previa

2.1.2.1 Antecedentes y condiciones de partida

Por encargo de la Universidad de las Islas Baleares, se redacta el proyecto de

2.1.2.2 Datos del emplazamiento

La vivienda objeto de estudio se encuentra localizada en el barrio de Establiments perteneciente al término municipal de Palma de Mallorca en C/ Camí del Putxet nº 3,07010.

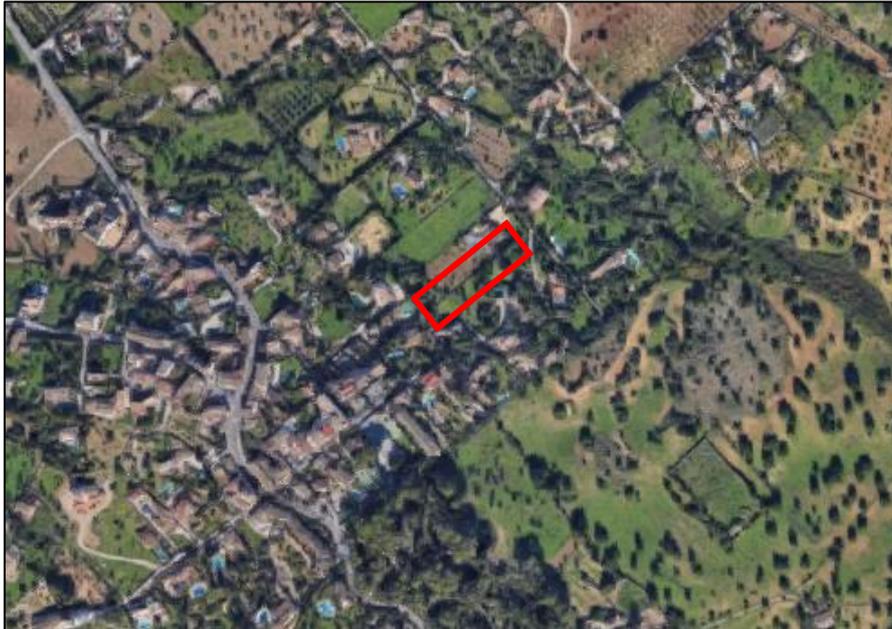


Figura 11. Emplazamiento vivienda
Fuente: Google Maps

2.1.2.3 Datos de la parcela

La parcela objeto de estudio, está enclavada en el polígono 10 del catastro de rustica de Palma, teniendo una superficie de 3574 m².

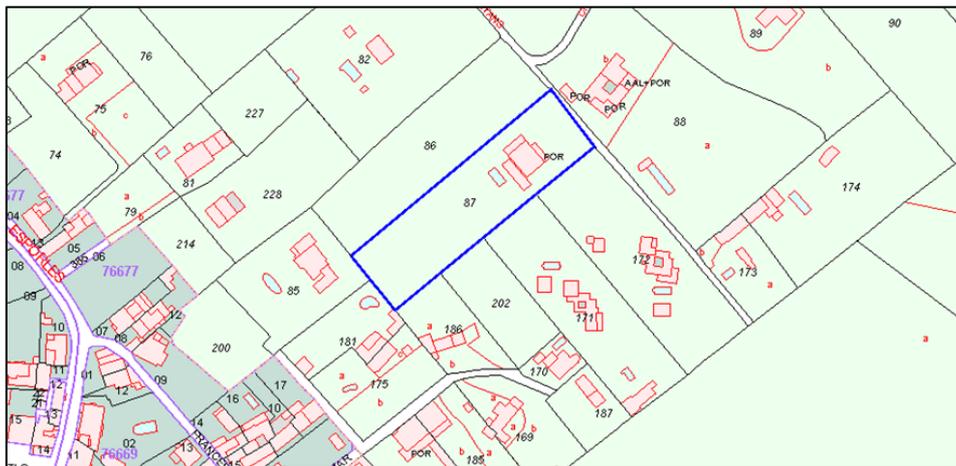


Figura 12. Emplazamiento Vivienda
Fuente: Sede Catastro

2.1.2.4 Servicios existentes

Agua, electricidad y alcantarillado.

2.1.2.5 Entorno físico

Zona destinada a edificios básicamente de uso residencial unifamiliar, con ordenación abierta. En ella la situación del edificio en la parcela se rige por separaciones de los linderos y de la alineación. En este tipo de ordenación, el concepto de calle tradicional, con sección definida por las edificaciones desaparece casi por completo y los edificios se sitúan en la parcela dejando áreas libres de edificación ajardinadas, consiguiéndose inmejorables condiciones higiénicas y soleamiento.

2.1.3 Descripción general del edificio. Estado actual

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada con piscina, edificada acorde con el entorno y elementos tradicionales de la arquitectura rural mallorquina. La construcción es a base de muros de carga, y la cubierta presenta una tipología rectangular a dos aguas.

La vivienda es de una sola planta con una superficie total construida de unos 112.69 m², consta de, un vestíbulo, recibidor, tres dormitorios, un baño completo, sala-estar-comedor, coladuría y despensa, en su parte delantera se encuentra ubicada una terraza con porche.

Junto a la fachada lateral izquierda, se edificó posteriormente un garaje construido a base de muros de carga y con una cubierta de tipo inclinado.



Figura 13. Vivienda objeto de estudio

Fuente: Google Maps

2.1.4 Cuadro de superficies

En la tabla 1 se representan las superficies útiles y construidas por estancias de la vivienda.

Tabla 1. Cuadro de superficies vivienda

Total superficie construida	161,87 m²	
Dependencia	Superficie Útil (m ²)	Superficie de Iluminación (m ²)
Vestíbulo	4,85	-
Dormitorio 1	12,93	1,44
Dormitorio 2	11,79	1,44
Dormitorio 3	12,16	1,44
Baño	3,82	0,8
Distribuidor	4,81	-
Sala-Estar-Comedor	28,82	5,6
Cocina	10,73	1
Coladuría	5,18	1
Despensa	1,53	0,21
Almacén	22,25	
Garaje	22,25	
Total	141,12	

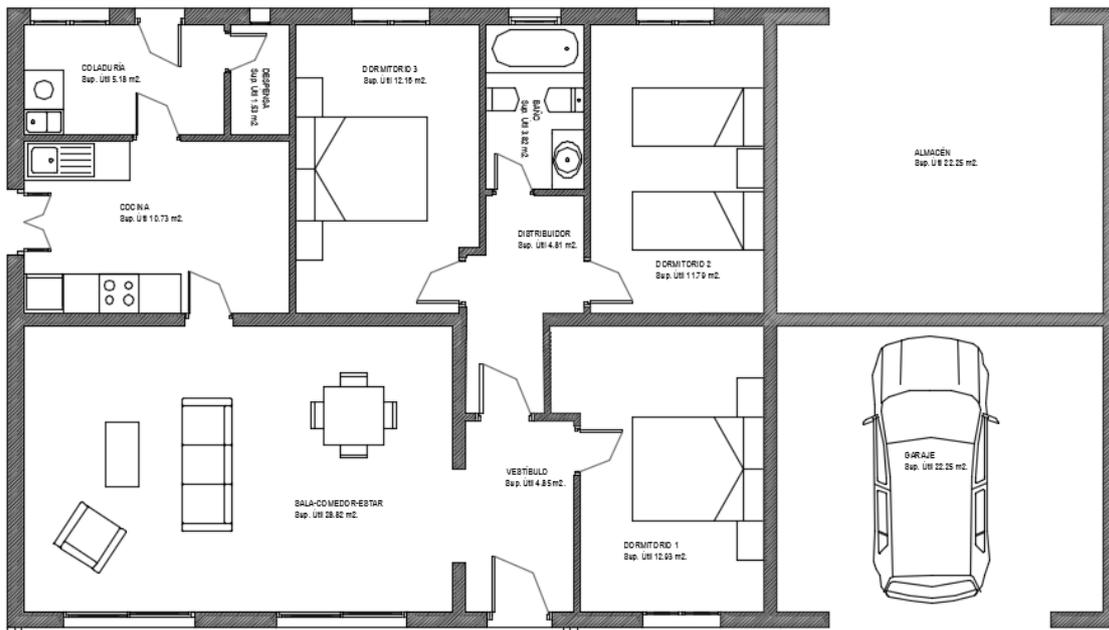


Figura 14 Distribución planta baja de la vivienda
Fuente: Elaboración propia.

2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.2.1 Sustentación del edificio

2.2.1.1 Cimentación

A base de zapatas corridas de hormigón armado junto con alguna zapata aislada de HA. Toda la cimentación esta arriostrada convenientemente con hormigón armado.

2.2.2 Sistema estructura

2.2.2.1 Estructura

Muros de carga de fábrica de bloques de hormigón de 20 cm de espesor.

2.2.2.2 Forjado

Forjado formado por viguetas de madera de sección rectangular, dispuestas paralelamente cada 80 cm, entrevigado de bovedilla cerámica y capa de compresión de 5 cm de espesor.

2.2.2.3 Hormigones

Hormigón de limpieza de 10 cm de espesor, extendido sobre una capa de machaca de 15 cm de espesor.

2.2.3 Sistema envolvente

2.2.3.1 Cubiertas

Tejado de tejas cerámicas tipo árabe o curvas, amarteradas cada cinco hiladas, limatesas y cumbreras de teja.

2.2.3.2 Cerramiento

Fábrica de bloque hueco de hormigón tipo Italiano de 20 cm de espesor tomado con mortero de cemento portland.

2.2.3.3 Soleras

Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, impermeabilizada con lámina aislante de polietileno.

2.2.3.4 Aislamiento térmico.

Aislamiento térmico formado por planchas de poliestireno extrusionado de 6 cm de espesor en solera y 4 cm de espesor en cubierta.

2.2.3.5 Impermeabilización

Impermeabilización bituminosa bicapa adherida sobre las pendientes del tejado y bajo las tejas.

2.2.3.6 Carpintería exterior

Toda la carpintería exterior es de madera.

2.2.3.7 Persianas

Persiana mallorquina de madera.

2.2.3.8 Vidrio

Vidrio simple.

2.2.4 Sistema de compartimentación

2.2.4.1 Tabiquería interior

Tabicón de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 6,7 cm de espesor.

2.2.4.2 Carpintería interior

Carpintería interior de madera.

2.2.5 Sistemas de acabados

2.2.5.1 Enfoscados y revocos

Todos los paramentos exteriores están enfoscados con mortero de cemento.

2.2.5.2 Guarnecidos y enlucidos

Los paramentos interiores que no van alicatados están guarnecidos y enlucidos con pasta de yeso.

2.2.5.3 Pavimentos

Pavimento interior de baldosas de gres de 30x30 cm, pegadas o tomadas con mortero de cemento portland.

2.2.5.4 Rodapiés

Los rodapiés se realizan con la misma calidad que el pavimento que remata.

2.2.5.5 Chapados y alicatados

Baño, cocina y coladuría están alicatados con azulejo de 20x20 cm, tomado con mortero de cemento portland

2.2.5.6 Pinturas

Pintura interior sobre yeso formada por mano de fondo y dos manos de pintura plástica.

2.2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

2.2.6.1 Instalación de fontanería y saneamiento

La red de saneamiento y aguas pluviales es de PVC, hasta confluir a la red de saneamiento público.

La instalación de agua fría y agua caliente está realizada mediante tubería de cobre y un calentador acumulador eléctrico de 100l de capacidad.

2.2.6.2 Instalación de climatización

Instalación de unidades BOMBAS DE CALOR, capaces de climatizar tanto en verano como en invierno.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA ACTUALMENTE

3.1 INTRODUCCIÓN

Para la simulación energética de la vivienda se ha utilizado la herramienta informática DesignBuilder.

Dicho programa está especializado en la simulación energética y medioambiental de los edificios, y permite evaluar diferentes aspectos de la vivienda, como pueden ser los niveles de confort, consumos energéticos y emisiones de CO₂.

DesignBuilder utiliza el motor de cálculo EnergyPlus, que ha sido desarrollado por el DOE (Departamento de Energía de los Estados Unidos).

Mediante la utilización de datos climáticos horarios permite desarrollar simulaciones en tiempo real, así como cálculos de dimensionamiento de los sistemas HVAC (ventilación, calefacción y refrigeración).

Para una mejor comprensión del funcionamiento del programa DesignBuilder se explicaran los conceptos básicos para el modelado y posterior simulación de la vivienda.

3.2 MODELADO 3D

En términos generales para la modelización del edificio se deben seguir los siguientes pasos:

- Crear un sitio
- Crear un edificio
- Dibujar bloques para definir la geometría del edificio
- Generar las diferentes zonas térmicas del edificio mediante particiones
- Creación de aberturas.

3.2.1 Crear un sitio

Una vez generado un nuevo archivo automáticamente se genera un nuevo sitio, donde se podrán definir los datos de:

- Ubicación: altitud, longitud y zona climática.
- Detalles del sitio: elevación sobre el nivel del mar, nivel de exposición del viento, orientación de la vivienda respecto al norte geográfico etc.
- Hora y horario de verano
- Datos climáticos para la simulación
- Datos climáticos para la calefacción
- Datos climáticos para la refrigeración

Estos datos se pueden cargar manualmente o mediante la utilización de plantillas climáticas ya creadas por el propio programa. En nuestro caso asignamos la plantilla de Palma De Mallorca.

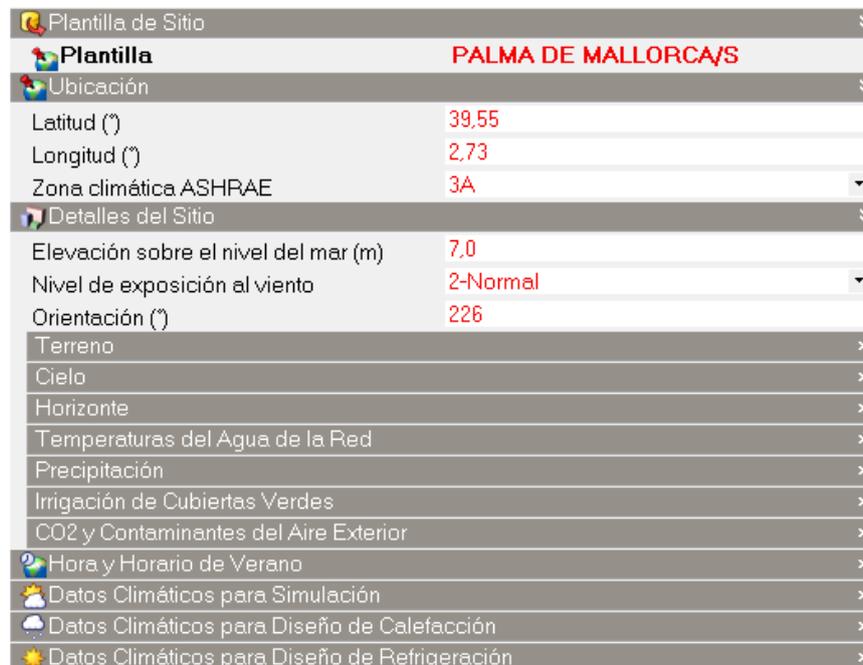


Figura 15. Configuración a nivel sitio.

Fuente: DesignBuilder

3.2.2 Crear un edificio

Creado el sitio, el siguiente paso es activar la opción añadir edificio, donde podremos especificar los siguientes parámetros del edificio antes de su modelado:

- Actividad.
- Cerramientos.
- Aberturas.
- Iluminación.
- Sistemas de HVAC y ACS.

3.2.2.1 Actividad

En esta pestaña podremos definir los datos relacionados con el uso y ocupación del edificio. Entre estos datos que podemos definir se encuentran los siguientes:

- Ocupación.
- Tasas y factores metabólicos.
- Agua caliente sanitaria (ACS).
- Control ambiental.
- Ganancias internas por aparatos y equipos.

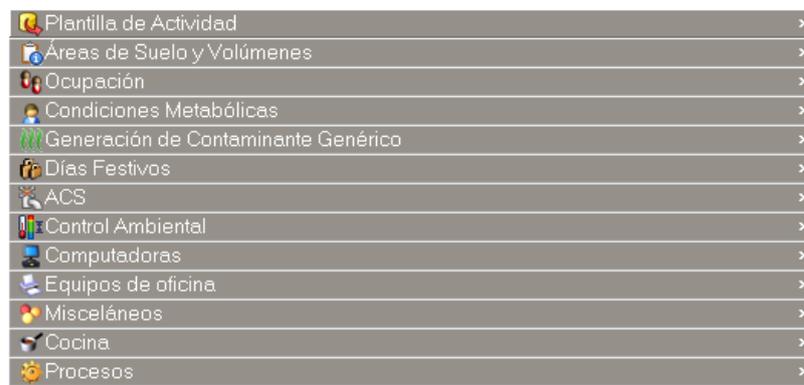


Figura 16. Pestaña actividad.
Fuente: DesignBuilder

3.2.2.1.1 Ocupación

En esta opción estableceremos la densidad de ocupación de la vivienda, así como los periodos en que dicha ocupación sucede.

Densidad de ocupación

El valor de densidad de ocupación se ha obtenido según la tabla 2.1 del DB-SI del CTE, en nuestro caso dicho valor será de 20 m²/persona.

Tabla 2. Densidad ocupación (Tabla 2.1 del DB-SI CTE).

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾		
Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestibulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	20 1 2
<i>Aparcamiento ⁽²⁾</i>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40

Periodos de ocupación

Los periodos de ocupación se pueden definir de dos maneras diferentes dependiendo del tipo de sincronización elegida, por Día laborable o por Programación.

En la primera opción la sincronización se modela de una forma simplificada, mediante periodos diarios donde se establece una hora de inicio y una hora de finalización. En cambio la sincronización por programaciones se modela de forma más detallada, es el caso de la programación 7/12 donde se define un horario para los 7 días de la semana y para los 12 meses del año.

En esta simulación se ha elegido la opción sincronización por programación, que aunque se necesita más trabajo en su elaboración es más flexible que la de Día laborable.

Para determinar los periodos de ocupación se han utilizado los definidos en los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).

Tabla 3. *Perfiles de uso DB-HE1 del CTE*

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)						
	1-7	8	9-15	16-18	19	20-23	24
Temp Consigna Alta (°C)							
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	-	-	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-
Temp Consigna Baja (°C)							
Enero a Mayo	17	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)							
Laboral	2,15	0,54	0,54	1,08	1,08	1,08	2,15
Sábado y Festivo	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación latente (W/m²)							
Laboral	1,36	0,34	0,34	0,68	0,68	0,68	1,36
Sábado y Festivo	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Equipos (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Ventilación verano¹							
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*	*	*
Ventilación invierno²							
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*

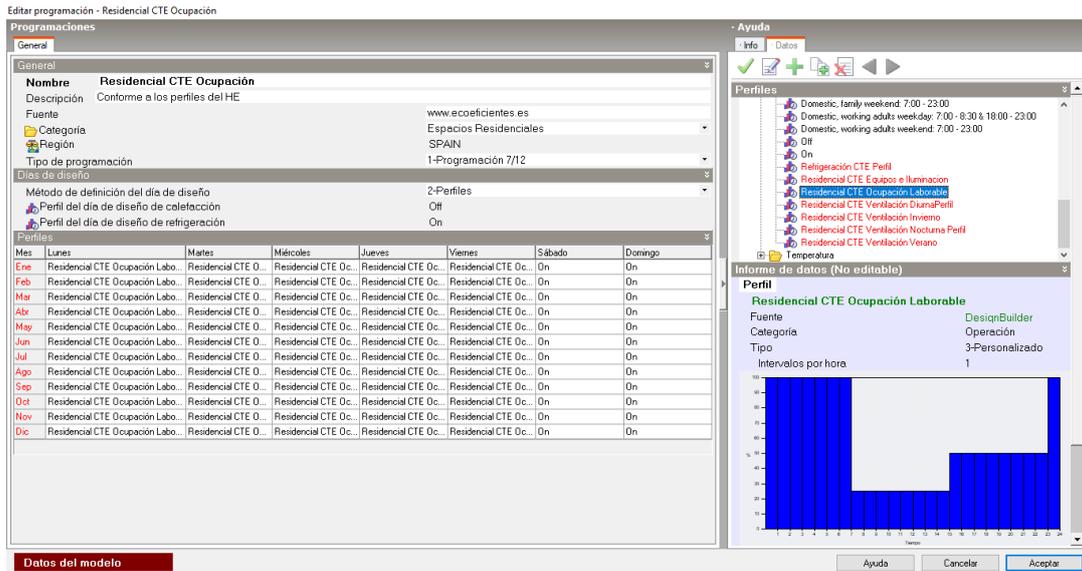


Figura 17. Programación periodos de ocupación.
Fuente: DesignBuilder

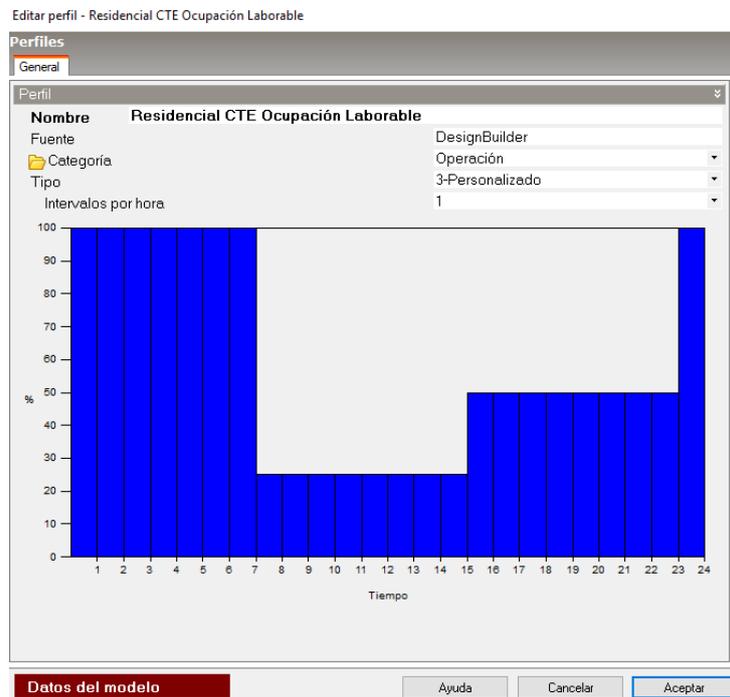


Figura 18. Programación periodos de ocupación.
Fuente: DesignBuilder

3.2.2.1.2 Tasas y factores metabólicos

Tasa metabólica

La tasa metabólica se utiliza para indicar la cantidad de calor metabólico emitido por las personas, de acuerdo a la actividad que realizan.

Se ha elegido una tasa metabólica de 1,2 met que correspondería al calor metabólico emitido por una persona mientras realiza una actividad sedentaria. Dicho valor se ha obtenido de la norma UNE-EN ISO 8996 donde se indican distintos niveles de tasas metabólicas según el esfuerzo físico realizado.

Tabla 4. Tasa metabólica en función de la actividad.

Actividad	Tasa metabólica	
	W / m ²	met
Tumbado	46	0,8
Sentado, relajado	58	1,0
Actividad ligera, sentado (oficina, hogar, escuela, laboratorio)	70	1,2
Actividad ligera, de pie (compras, laboratorio, industria ligera)	93	1,6
Actividad media, de pie (vendedor, tareas domésticas, trabajo con máquinas)	116	2,0
Marcha en llano:		
2 km / h	110	1,9
3 km / h	140	2,4
4 km / h	165	2,8
5 km / h	200	3,4

Este valor corresponde a un hombre adulto con una superficie de piel de 1.8 m², teniendo en cuenta que 1 met es igual a 58W/m², la tasa metabólica por persona realizando una actividad sedentaria es igual a 125 W/persona.

Factor metabólico

Debido a que la constitución física de las personas que están ocupando el espacio es diferente se estable un factor metabólico según sean hombres (1,00), mujeres (0,85) y niños (0,75).

Al tratarse de una vivienda unifamiliar donde los espacios estarán ocupados tanto por hombres como mujeres y niños, se introducirá un valor intermedio de 0.90.

DesignBuilder permite definir la vestimenta de los ocupantes tanto en verano como en invierno.

Vestimenta

La vestimenta reduce las pérdidas de calor y se clasifica de acuerdo con su valor de aislamiento. La norma UNE-EN ISO 9920 emplea el índice de vestimenta, que expresa en clo (1 clo = 0,155 m² °C /W) el nivel de aislamiento térmico que determina el conjunto de prendas utilizadas.

Tabla 5. Aislamiento térmico de la vestimenta.

Conjunto de prendas	I_{cl} (clo)
Desnudo	0,0
Ropa interior sin mangas. Zapatos ligeros. Camisa de hilo de manga corta. Pantalón ligero de algodón	0,5
Ropa interior sin mangas. Zapatos y calcetines normales. Camisa de manga larga. Traje ligero.	1,0
Ropa interior de manga larga. Zapatos gruesos y calcetines de lana. Camisa de manga larga. Traje de paño con chaleco.	1,3
Ropa interior de manga larga. Zapatos gruesos y calcetines de lana. Camisa de manga larga. Traje de paño con chaleco. Abrigo de lana. Guantes y sombrero.	2,0

Conforme a la anterior tabla se ha introducido un valor de vestimenta en invierno de 1 clo y en verano de 0.5 clo .

3.2.2.1.3 Agua caliente sanitaria (ACS)

La tasa de consumo de agua caliente sanitaria (ACS) se ha calculado según el DB HE 4. La tabla 4.1 de este DB determina el valor de la demanda en litros/día por unidad en función del uso del edificio. En caso de viviendas es de 28 litros/día persona.

Paralelamente en la tabla 4.2 del mismo DB, establece los valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado en función del número de dormitorios de la vivienda. En este caso la vivienda dispone de 3 dormitorios, por lo que le corresponden 4 personas.

Por lo tanto conociendo ambos datos se determina que habrá una demanda de 112 litros/persona día.

Tabla 6. Demanda de referencia a 60 °C (Tabla 4.1 DB-HE4).

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona

Tabla 7. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado. (Tabla 4.2 DB-HE4).

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 8. Demanda total ACS.

Demanda de referencia a 60°C (Tabla 4.1)	28	Litros/día persona
Número de personas (Tabla 4.2)	4,0	persona
Consumo total diario de ACS	112,00	Litros/día

Para convertir el consumo de ACS de l/día a litros/día/m² bastara con dividir el primer valor por la superficie útil de la vivienda (94,3 m²), obteniendo una demanda de 1,19 l/m² día.

3.2.2.1.4 Control ambiental

En esta pestaña se establecen unas temperaturas de consigna tanto para la calefacción como la refrigeración.

Es decir se define la temperatura mínima que se quiere mantener en las zonas cuando el sistema de calefacción es requerido y en el caso del sistema de refrigeración se establece la temperatura máxima que se quiere mantener (Figura 19).

Dichos valores se han obtenido de los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).



Consignas de Temperatura para Calefacción	
Calefacción (°C)	20,0
Consigna secundaria (°C)	17,0
Consignas de Temperatura para Refrigeración	
Refrigeración (°C)	25,0
Consigna secundaria (°C)	27,0

Figura 19. Control ambiental.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.1.5 Ganancias internas por aparatos y equipos

En este apartado se pueden definir las tasas de ganancias de calor asociadas a los diferentes equipos utilizados en la vivienda.

Como se ha visto anteriormente es posible también establecer una programación especificando en qué periodos se darán las ganancias de calor asociados a los equipos (Figura 20).

Para determinar estos periodos y sus correspondientes ganancias se ha utilizado los definidos en los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).

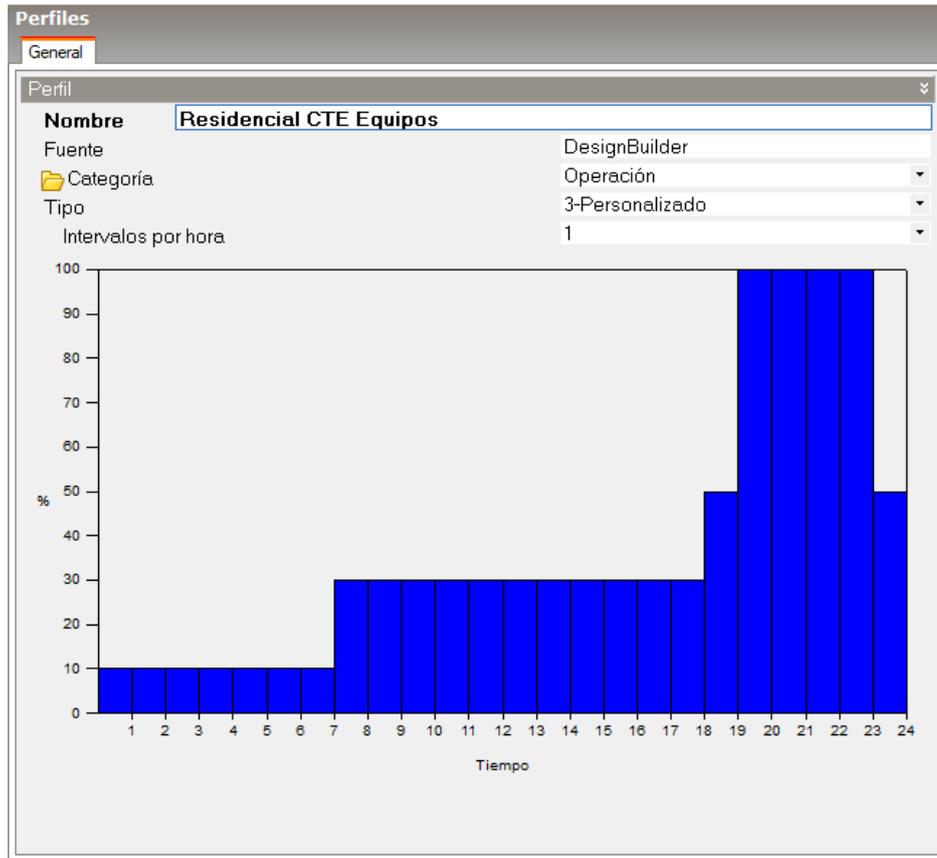


Figura 20. Programación equipos
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.2 Cerramientos

La opción cerramientos permite definir los diferentes componentes de la envolvente del edificio (muros, cubiertas, suelos, etc.) (Figura 21).

Estos cerramientos pueden ser generados automáticamente mediante una serie de plantillas que ya cuenta el programa, o de forma manual asignado los materiales de las diferentes capas que conforman el cerramiento (Figura 22).

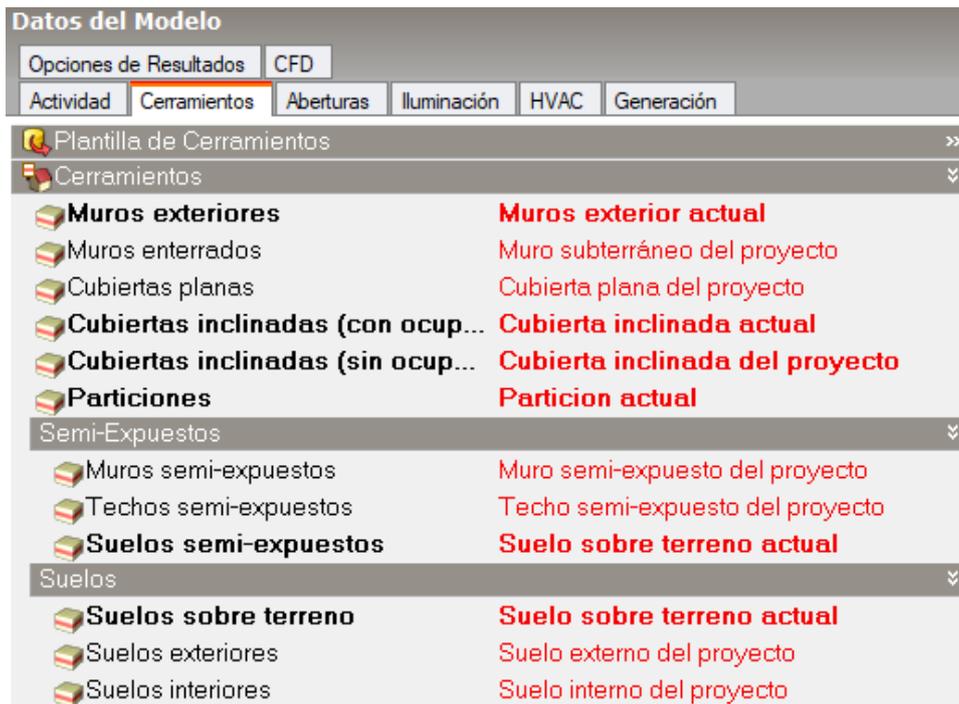


Figura 21. Pestaña cerramientos.
Fuente: DesignBuilder

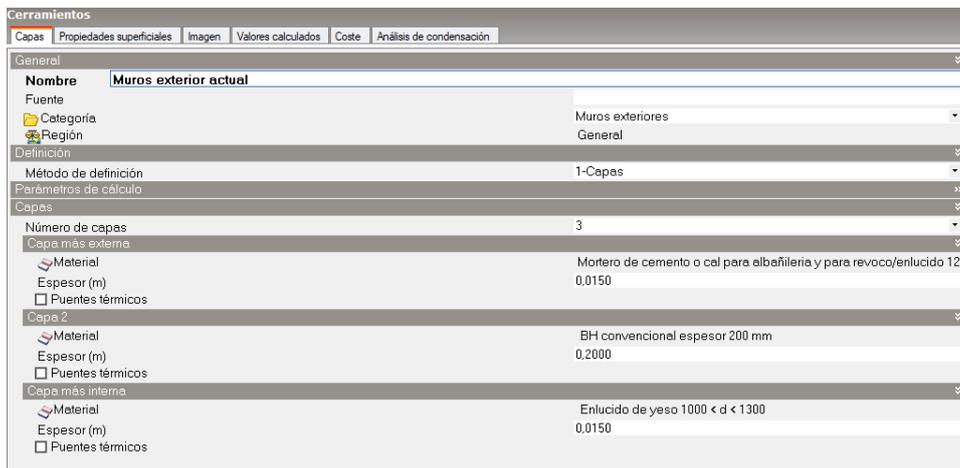


Figura 22. Datos cerramientos.
Fuente: DesignBuilder.

El propio programa dispone de una amplia biblioteca de materiales definidos fundamentalmente a partir de sus propiedades termo físicas, sin embargo nos permite introducir y definir nuestros propios materiales (Figura 23).

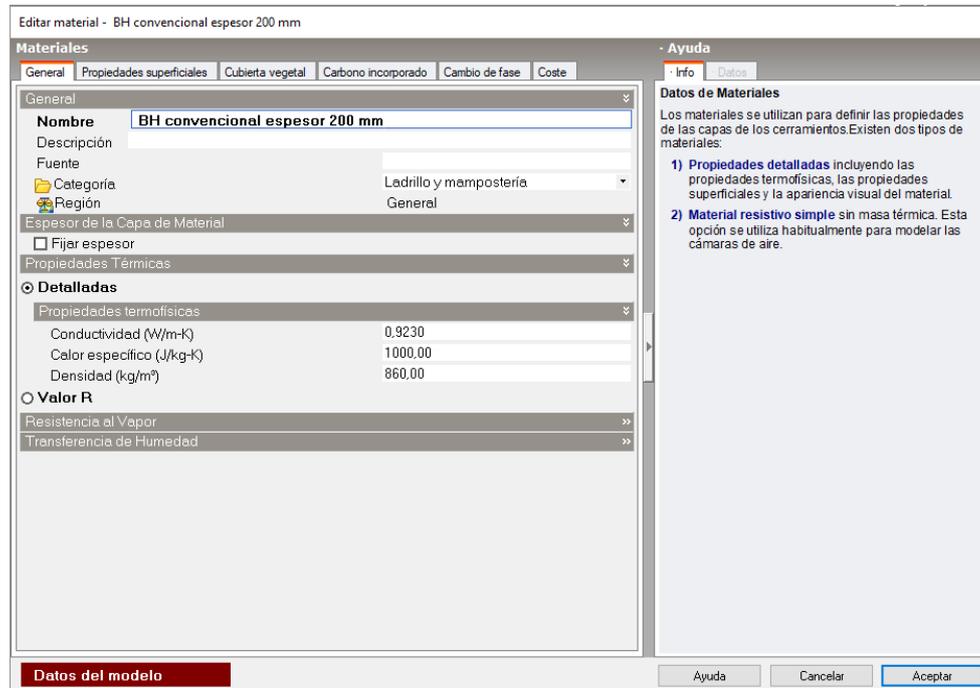


Figura 23. Edición de materiales.
Fuente: DesignBuilder.

Cabe destacar, que una vez definido el cerramiento, Designbuilder calcula automáticamente su coeficiente de resistencia térmica (Valor R) y su coeficiente de transmisión térmica (Valor U).

Por ultimo dentro de la pestaña cerramientos se encuentra la opción estanquidad al aire que determina los niveles de infiltración del edificio. Para calcularlos conforme al CTE se ha recurrido a un formulario vía web que ofrece el mismo distribuidor del programa (<https://ecoficiente.es/infiltraciones/>) (Figura 24), dando como resultado un valor de 0,444 ren/h.

Se han considerado las infiltraciones con una programación continua (horario continuo) durante todo el año.



Figura 24. Infiltraciones CTE
Fuente: www.ecoeficiente.es

En las siguientes imágenes podemos observar cómo se han definido los diferentes cerramientos de la envolvente de la vivienda, así como sus características y propiedades termo físicas.

Muro exterior



Figura 25. Sección muro exterior
Fuente: DesignBuilder

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² ·K)	2,152
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² ·K)	5,540
Resistencia superficial (m ² ·K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² ·K)	19,870
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² ·K)	5,130
Resistencia superficial (m ² ·K/W)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² ·K)	3,782
Valor R (m ² ·K/W)	0,434
Valor U (W/m²·K)	2,302
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,2300
Km - Capacidad térmica interna (KJ/m ² ·K)	90,3500
Límite superior de resistencia (m ² ·K/W)	0,434
Límite inferior de resistencia (m ² ·K/W)	0,434
Valor U de superficie a superficie (W/m ² ·K)	3,782
Valor R (m ² ·K/W)	0,434
Valor U (W/m²·K)	2,302

Figura 26. Propiedades muro exterior
Fuente: DesignBuilder.

Partición interior



Figura 27. Sección partición interior.
Fuente: DesignBuilder.

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	2,152
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5,540
Resistencia superficial (m ² K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	2,152
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5,540
Resistencia superficial (m ² K/W)	0,130
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	3,817
Valor R (m ² K/W)	0,522
Valor U (W/m²K)	1,916
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,0970
Km - Capacidad térmica interna (KJ/m ² K)	40,7000
Límite superior de resistencia (m ² K/W)	0,522
Límite inferior de resistencia (m ² K/W)	0,522
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	3,817
Valor R (m ² K/W)	0,522
Valor U (W/m²K)	1,916

Figura 28. Propiedades partición interior.
Fuente: DesignBuilder.

Suelo sobre terreno

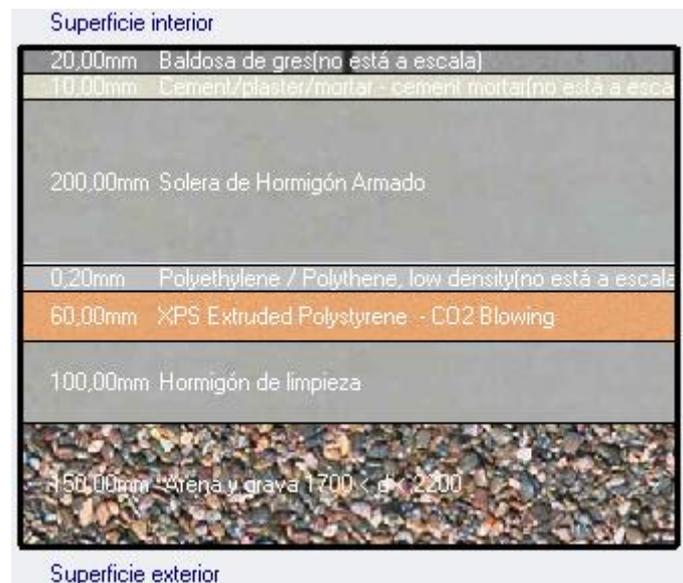


Figura 29. Sección suelo sobre terreno.
Fuente: DesignBuilder.

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² -K)	2,152
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² -K)	5,540
Resistencia superficial (m ² -K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² -K)	19,870
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² -K)	5,130
Resistencia superficial (m ² -K/W)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² -K)	0,497
Valor R (m ² -K/W)	2,180
Valor U (W/m²-K)	0,459
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,5402
Km - Capacidad térmica interna (KJ/m ² -K)	233,1800
Límite superior de resistencia (m ² -K/W)	2,180
Límite inferior de resistencia (m ² -K/W)	2,180
Valor U de superficie a superficie (W/m ² -K)	0,497
Valor R (m ² -K/W)	2,180
Valor U (W/m²-K)	0,459

Figura 30. Propiedades suelo sobre terreno.
Fuente: DesignBuilder.

Cubierta inclinada



Figura 31. Sección cubierta inclinada.
Fuente: DesignBuilder.

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección ($W/m^2\cdot K$)	4,460
Coefficiente de transferencia de calor por radiación ($W/m^2\cdot K$)	5,540
Resistencia superficial ($m^2\cdot K/W$)	0,100
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección ($W/m^2\cdot K$)	19,870
Coefficiente de transferencia de calor por radiación ($W/m^2\cdot K$)	5,130
Resistencia superficial ($m^2\cdot K/W$)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie ($W/m^2\cdot K$)	0,697
Valor R ($m^2\cdot K/W$)	1,576
Valor U ($W/m^2\cdot K$)	0,635
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,1970
Km - Capacidad térmica interna ($KJ/m^2\cdot K$)	156,5920
Límite superior de resistencia ($m^2\cdot K/W$)	1,576
Límite inferior de resistencia ($m^2\cdot K/W$)	1,576
Valor U de superficie a superficie ($W/m^2\cdot K$)	0,697
Valor R ($m^2\cdot K/W$)	1,576
Valor U ($W/m^2\cdot K$)	0,635

Figura 32. Propiedades cubierta inclinada.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.3 Aberturas

DesignBuilder considera el término abertura a cualquier “perforación” practicada en los cerramientos opacos del edificio (Figura 33). Se pueden distinguir los siguientes tipos de aberturas:

- Ventanas
- Huecos
- Puertas
- Rejillas

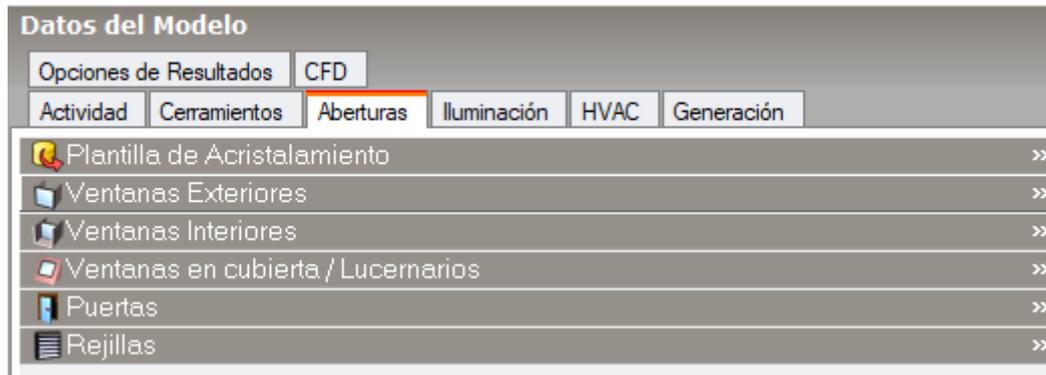


Figura 33. Datos aberturas.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.3.1 Ventanas

En lo referente a las ventanas podemos definir una gran cantidad de características pero fundamentalmente nos centraremos en los siguientes aspectos: (Figura 34).

- Tipo de acristalamiento: se establecen los componentes que forman el acristalamiento de las ventanas. (Figura 35, Figura 36)
- Marco y divisores: se definen las características de los marcos y divisores de las ventanas (Figura 37).
- Sombreado de ventana: esta casilla nos permite introducir diferentes elementos como pueden ser persianas, cortinas etc. Podemos definir la posición de estos elementos respecto al acristalamiento (interior, exterior o intermedio), así como establecer su programación de funcionamiento.

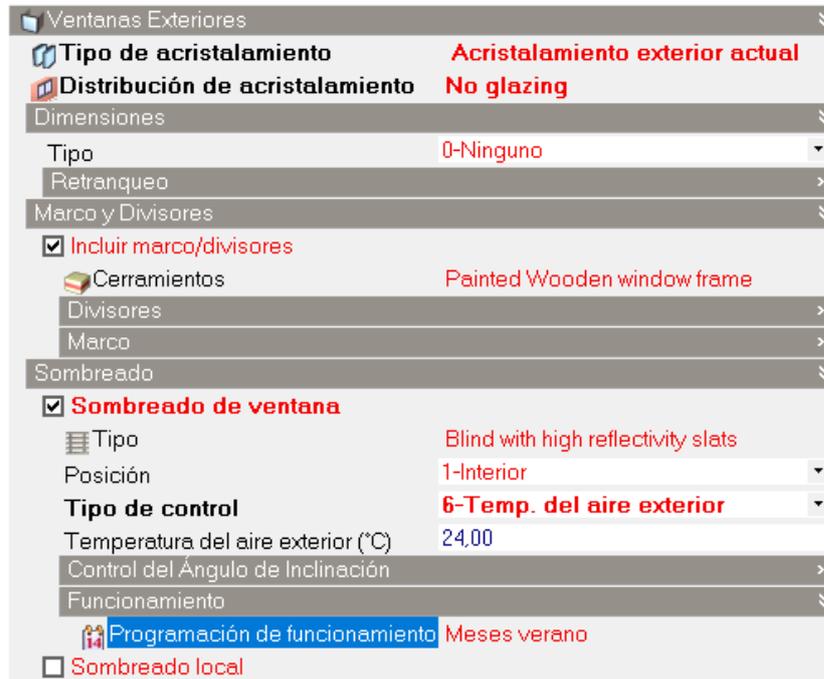


Figura 34. Datos ventanas exteriores.
Fuente: DesignBuilder.

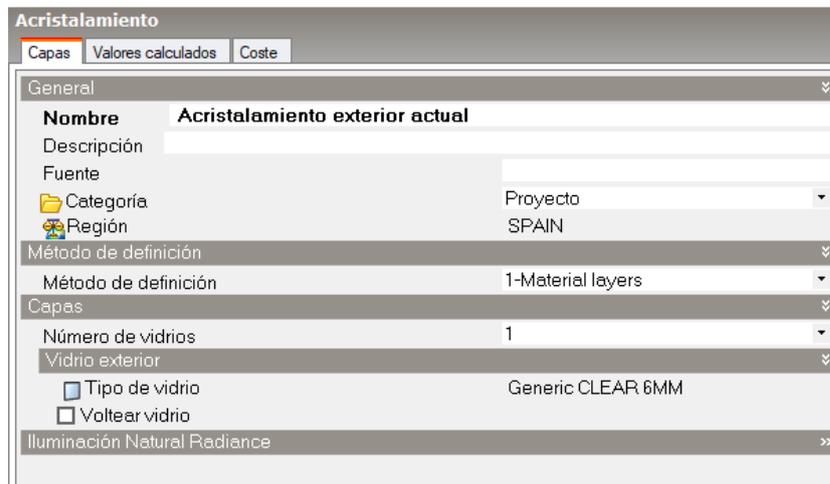


Figura 35. Datos acristamientos.
Fuente: Designbuilder.

Valores Calculados	
Transmisión solar total (SHGC)	0,819
Transmisión solar directa	0,775
Transmisión de luz	0,881
Valor-U (ISO 10292/ EN 673) (W/m ² ·K)	5,718
Valor U (W/m²·K)	5,778

Figura 36. Propiedades acristalamiento.
Fuente: DesignBuilder.

Marco y Divisores	
<input checked="" type="checkbox"/> Incluir marco/divisores	
 Cerramientos	Painted Wooden window frame
Divisores	
Tipo	1-Con parteluz
Ancho (m)	0,0200
Divisores horizontales	1
Divisores verticales	1
Proyección exterior (m)	0,000
Proyección interior (m)	0,000
Ratio conducción borde-centro de...	1,000
Marco	
Ancho de marco (m)	0,0400
Proyección interior (m)	0,000
Proyección exterior (m)	0,000
Ratio conducción borde-centro de...	1,000

Figura 37. Datos marcos y divisiones.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.3.2 Puertas

En el caso de las puertas, el programa las considera como superficies opacas a la radiación solar y su composición se puede definir en la pestaña de datos de cerramiento (Figura 38, Figura 39).

General	
Nombre	Puerta exterior del proyecto
Fuente	
Categoría	Puertas
Región	SPAIN
Definición	
Método de definición	1-Capas
Parámetros de cálculo	
Capas	
Número de capas	1
Capa única	
Material	Painted Oak
Espesor (m)	0,0350
<input type="checkbox"/> Puentes térmicos	

Figura 38. Datos puertas
Fuente: DesignBuilder

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² -K)	2,152
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² -K)	5,540
Resistencia superficial (m ² -K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² -K)	19,460
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² -K)	5,540
Resistencia superficial (m ² -K/W)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² -K)	5,429
Valor R (m ² -K/W)	0,354
Valor U (W/m²-K)	2,823
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,0350
Km - Capacidad térmica interna (KJ/m ² -K)	29,2775
Límite superior de resistencia (m ² -K/W)	0,354
Límite inferior de resistencia (m ² -K/W)	0,354
Valor U de superficie a superficie (W/m ² -K)	5,429
Valor R (m ² -K/W)	0,354
Valor U (W/m²-K)	2,823

Figura 39. Propiedades puertas
Fuente: Designbuilder

3.2.2.4 Iluminación

En esta pestaña definiremos los parámetros relacionados con la iluminación general de la vivienda. Para ello deberemos especificar fundamentalmente los siguientes aspectos:

- Densidad de potencia de iluminación.
- Tipo de luminaria.

3.2.2.4.1 Densidad de potencia

La potencia de iluminación se asume como la energía eléctrica máxima necesaria para iluminar una zona. Dicho valor, así como la programación para definir en qué periodos y en qué proporción se activara la iluminación artificial, se han obtenido de los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).

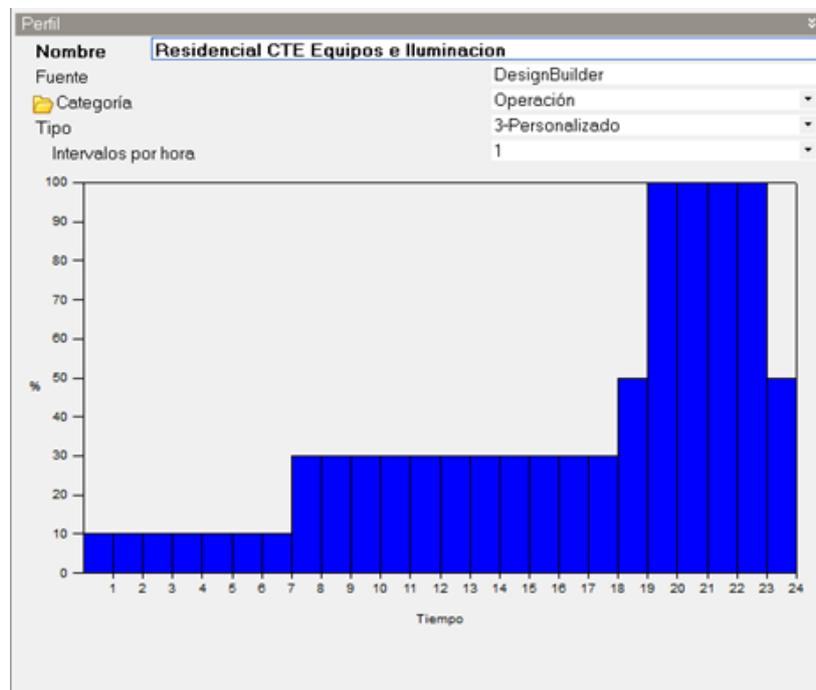


Figura 40. Programación iluminación
Fuente: Designbuilder

3.2.2.4.2 Tipo de luminaria

DesignBuilder nos permite definir los siguientes tipos de luminaria

- Suspendida
- Superficial
- Empotrada
- Techo luminoso de rejillas
- Ventiladas

Una vez seleccionadas el tipo de luminaria el programa establece automáticamente las fracciones de calor que se indican en tabla 9.

Tabla 9. Fracciones de calor por iluminación. (Tabla 3 ASHREA)

Datos	Fracción de Retorno de Aire	Fracción Radiante	Fracción Visible	Fracción Conectiva
1-Suspendida	0.00	0.42	0.18	0.40
2-Superficial	0.00	0.72	0.18	0.10
3-Empotrada	0.00	0.37	0.18	0.45
4-Techo luminoso de rejillas	0.00	0.37	0.18	0.45
5-Ventilada (ducto)	0.54	0.18	0.18	0.10

Valores aproximados de fracciones de calor por iluminación fluorescente de techo. Fuente: Lighting Handbook: Reference & Application, 8th Edition, Illuminating Engineering Society of North America, New York, 1993, p. 355. Se puede encontrar información adicional en ASHREA Fundamentals 2013, 18.6 Tabla 3.

En el caso de nuestra vivienda se trata de luminarias superficiales.

3.2.2.5 Sistemas de HVAC y ACS

En esta pestaña definiremos las instalaciones que cubrirán la demanda energética de la vivienda. Designbuilder ofrece dos maneras de modelar los sistemas de climatización: HVAC simple y HVAC Detallado. Como nuestro objetivo es evaluar diferentes estrategias relacionadas con las características arquitectónicas del edificio para conseguir una mejor optimización ambiental y energética de la vivienda, sin necesidad de modelar sistemas de HVAC con sus respectivos componentes, este método es el más adecuado.

Cabe destacar que con el sistema HVAC se modelan sistemas de climatización “ideales” que suministran la energía de calentamiento o enfriamiento necesarios para mantener el confort del edificio.

3.2.2.5.1 Calefacción

El sistema de calefacción de nuestra vivienda queda definido por los siguientes parámetros:

- Tipo de combustible : energía eléctrica
- CoP estacional del sistema de calefacción : 0.92
- Tipo de sistema calefacción : convectivo
 - Condiciones de aire de impulsión: al emplear un sistema de calefacción convectivo se nos permite especificar las condiciones de aire de impulsión.
 - Temperatura máxima: 35°C
 - Tasa de humedad máxima: 0,016 g/g (Valor predeterminado)
- Funcionamiento: asignaremos una programación donde estableceremos en que periodos se puede activar los sistemas de calefacción. Cabe destacar que también se puede especificar si la calefacción funcionara con la Consigna de temperatura regular o con la secundaria (parámetros establecidos anteriormente es la pestaña Actividad). Un valor 1 significa que la calefacción se activa considerando la temperatura regular, y un valor 0,5 se activa considerando la consigna secundaria (Figura 42, Figura 43). Los periodos de funcionamiento y el valor de consigna en cada momento, se han obtenido de los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).

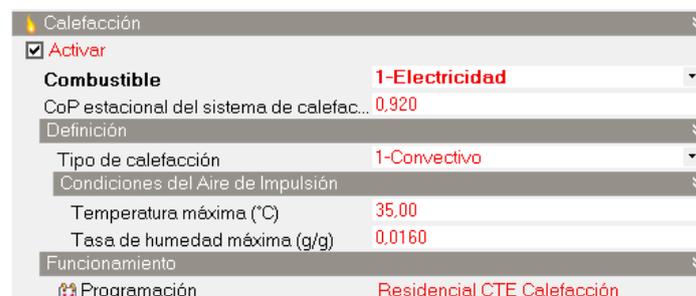


Figura 41. Datos calefacción.
Fuente: DesignBuilder.

General							
Nombre	Residencial CTE Calefacción						
Descripción	Conforme CTE						
Fuente	www.ecoeficiente.es						
Categoría	Espacios Residenciales						
Región	SPAIN						
Tipo de programación	1-Programación 7/12						
Días de diseño							
Método de definición del día de diseño	2-Perfiles						
Perfil del día de diseño de calefacción	Calefacción CTE Perfil						
Perfil del día de diseño de refrigeración	Off						
Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Feb	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Mar	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Abr	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
May	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Jun	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Jul	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Ago	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Sep	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Oct	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Nov	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil
Dic	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil	Calefacción CTE Perfil

Figura 42. Programación calefacción.
Fuente. Designbuilder

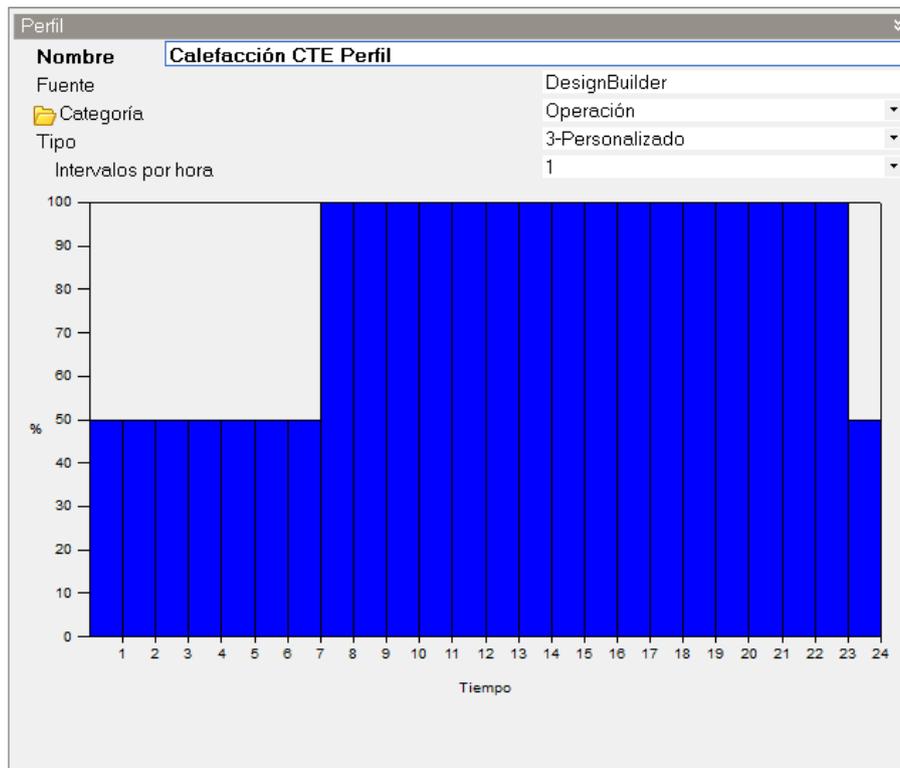


Figura 43. Programación calefacción.
Fuente: Designbuilder.

3.2.2.5.1 Refrigeración

El sistema de refrigeración de nuestra vivienda queda definido por los siguientes parámetros:

- Tipo de combustible: energía eléctrica
- CoP estacional del sistema de refrigeración: 2
- Condiciones de aire de impulsión: al emplear un sistema de refrigeración convectivo se nos permite especificar las condiciones de aire de impulsión.
 - Temperatura máxima: 24°C
 - Tasa de humedad máxima: 0,008 g/g (Valor predeterminado)
- Funcionamiento: asignaremos una programación donde estableceremos en que periodos se puede activar los sistemas de refrigeración (Figura 45 y Figura 46). El método de programación es exactamente el mismo que el funcionamiento del sistema de calefacción anteriormente explicado.

Los periodos de funcionamiento y el valor de consigna en cada momento, se han obtenido de los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).



Refrigeración	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Sistema de refrigeración	Default
Combustible	1-Electricidad
CoP estacional del sistema de refrigeración	2,000
Condiciones del Aire de Impulsión	
Temperatura mínima (°C)	16
Tasa de humedad mínima (g/g)	0,0080
Funcionamiento	
Programación	Residencial CTE Refrigeración

Figura. 44 Datos de refrigeración.
Fuente: Designbuilder

General							
Nombre	Residencial CTE Refrigeración						
Descripción	Conforme CTE						
Fuente	www.ecoeficiente.es						
Categoría	Espacios Residenciales						
Región	SPAIN						
Tipo de programación	1-Programación 7/12						
Días de diseño							
Método de definición del día de diseño	2-Perfiles						
Perfil del día de diseño de calefacción	Off						
Perfil del día de diseño de refrigeración	Refrigeración CTE Perfil						
Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Feb	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Mar	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Abr	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
May	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Jun	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil
Jul	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil
Ago	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil
Sep	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil	Refrigeración CTE Perfil
Oct	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Nov	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Dic	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off

Figura 45. Programación refrigeración.
Fuente: DesignBuilder.

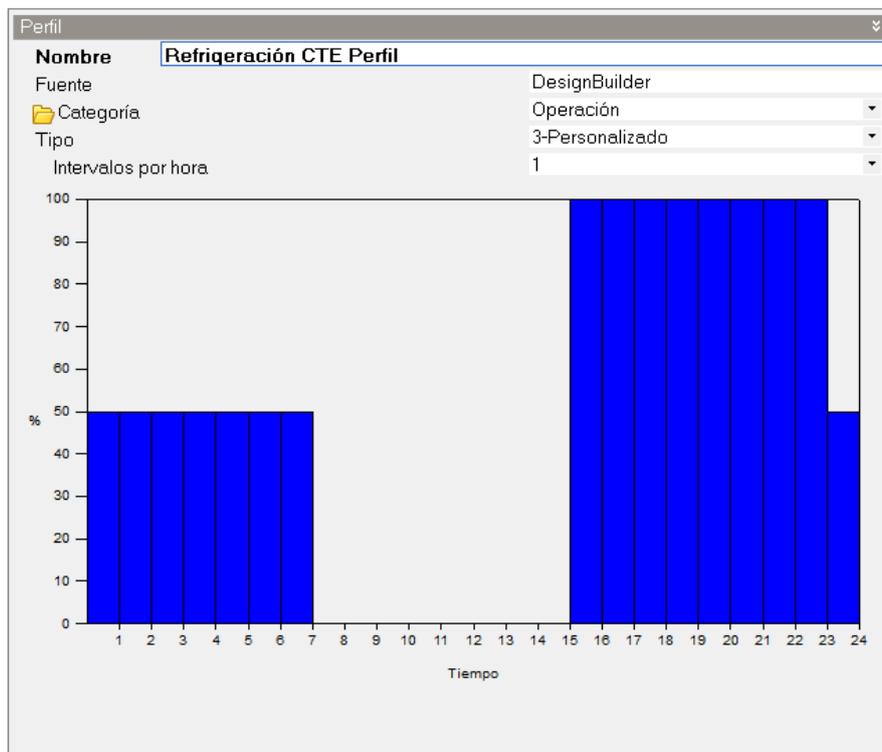


Figura 46. Programación refrigeración.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.2.5.3 ACS

Al utilizar el sistema de climatización HVAC Simple el agua caliente sanitaria (ACS) se modela a partir de las demandas especificadas anteriormente en la sección de datos de Actividad, por lo tanto en esta pestaña solo se definen las características de los sistemas de generación y distribución de ACS.

- Tipo de sistema de ACS: en nuestro caso se trata de un calentador de agua autónomo.
- CoP del ACS: 0,85
- Combustible: electricidad de la red
- Temperatura del agua: donde especificaremos:
 - Temperatura de suministro: temperatura con la que el agua llega a los suministros.
 - Temperatura de entrada del sistema: podemos indicar que es la temperatura cercana al promedio anual de la temperatura del aire exterior. Según el Apéndice B Temperatura media agua fría del DB HE en el caso de Mallorca sería una temperatura aproximada de 15,16°C.
- Funcionamiento: en este parámetro se puede asignar una programación donde se define las horas de funcionamiento por día del sistema de ACS. Se ha elegido una programación Compacta, donde DesignBuilder asume un valor fijo de 8 horas de funcionamiento por día.



Figura 47. Datos ACS.
Fuente: DesignBuilder.

Tabla 10. *Temperatura media del agua fría.* (Tabla B.1 DB-HE del CTE).

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ju l	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10

3.2.2.5.4 Ventilación natural

La ventilación natural será definido mediante una tasa de renovación de aire y una programación que permite modificar dicha tasa en el tiempo.

El valor de la tasa de renovación se ha obtenido del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3), donde considera que en verano entre la 1 y las 8 horas, debe ser de 4 renovaciones por hora. El resto del año el número de renovaciones hora es igual al mínimo exigido por el DB HS-3.

Según la sección HS-3 del CTE, el valor de diseño del caudal mínimo para viviendas, se calcula según la tabla 2.1 de dicha sección.

Tabla 11. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables (Tabla 2.1 HS-3 del CTE)

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ⁽¹⁾ ⁽²⁾			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

Tabla 12. Caudal locales secos.

Calculo locales secos	q_v (l/s)
Dormitorio 1	8
Dormitorio 2	4
Dormitorio 3	4
Salón-Comedor	10
Caudal total	26

Tabla 13. Caudal locales húmedos.

Calculo locales húmedos	q_v (l/s)
Baño	8
Cocina	8
Caudal total	16

En los locales húmedos al ser menor el valor calculado al mínimo exigido se escogerá como caudal mínimo 33 l/s.

Para el cálculo de las renovaciones hora de la vivienda se escogerá el caudal mayor entre el caudal calculado de los locales secos y húmedos, en nuestro caso corresponde a este último con un caudal de 33 l/s o lo que es lo mismo 118,8 m³/h

Una vez obtenido el caudal necesario lo dividiremos por el volumen de la vivienda para obtener las renovaciones horas.

- Volumen casa = 303,4 m³
- Renov/hora = 118,8 m³/h : 303,4 m³ = 0,4 renovaciones/ hora

Finalmente definiremos en que periodos y en qué proporción se dará el caudal de ventilación natural. Para ello nos basaremos en los perfiles de uso del Apéndice C del DB HE-1 del CTE (Tabla 3).

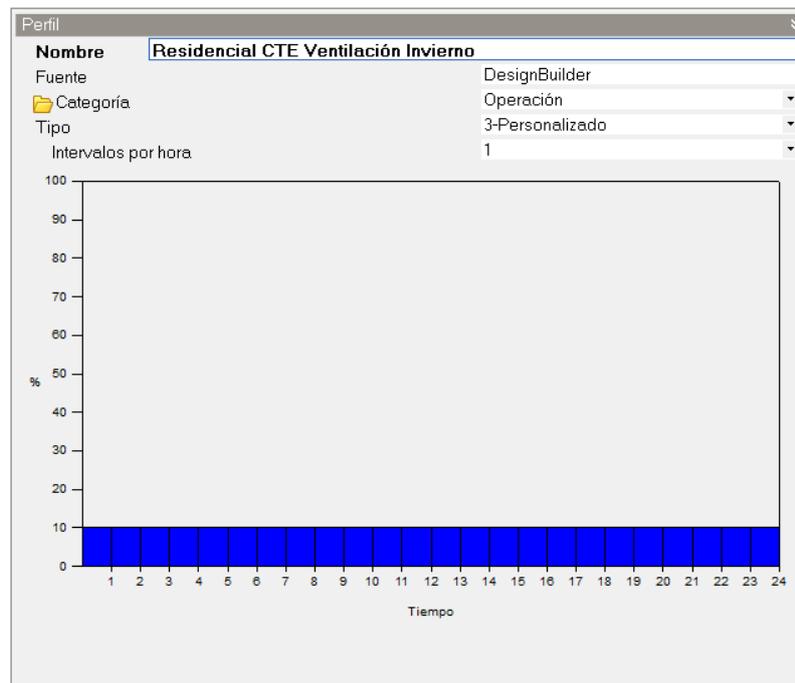


Figura 48. Programación ventilación natural invierno.
Fuente: DesignBuilder.

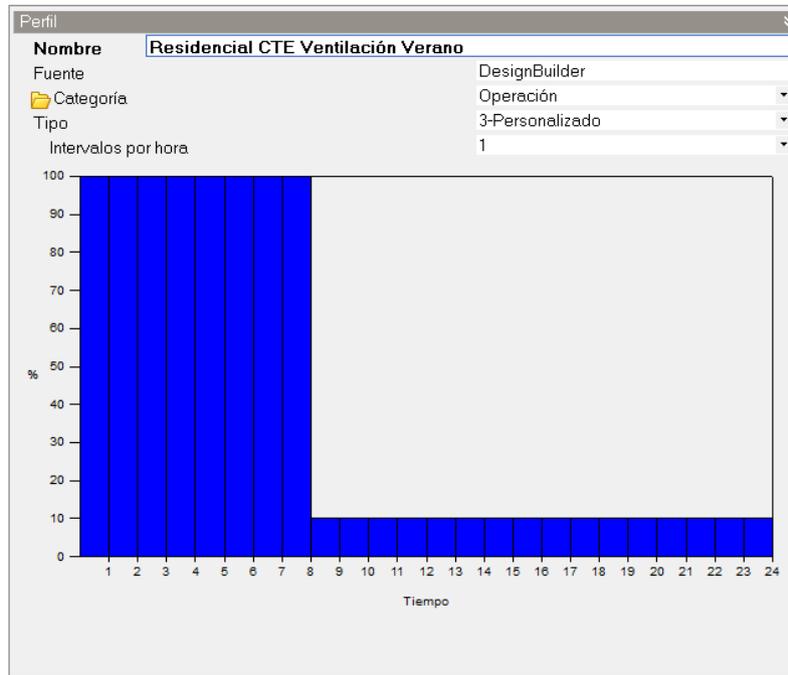


Figura 49. Programación ventilación natural verano.
Fuente: DesignBuilder.

Una vez establecidos los sistemas de calefacción, refrigeración, ACS y ventilación natural, desingBuilder permite definir en qué zonas se podrán aplicar dichos sistemas.

Tabla 14. Instalaciones de la vivienda por dependencia.

Dependencia	Calefacción	Refrigeración	ACS	Ventilación Natural
Vestíbulo	✓	✓		
Dormitorio 1	✓	✓		✓
Dormitorio 2	✓	✓		✓
Dormitorio 3	✓	✓		✓
Baño	✓		✓	✓
Distribuidor	✓	✓		
Sala-Estar-Comedor	✓	✓		✓
Cocina	✓	✓	✓	✓
Coladuría			✓	✓
Despensa				✓

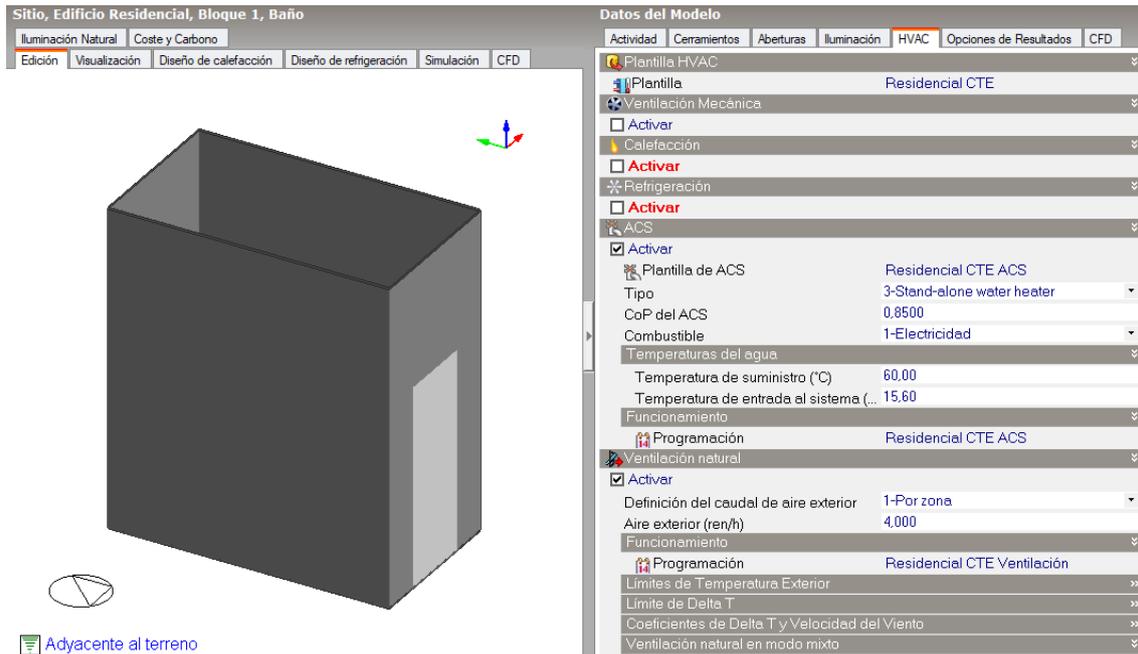


Figura 50. Datos HVAC cocina.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.3 Dibujar bloques para definir la geometría del edificio

Una vez definidos los datos del edificio (Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación y HVAC) se crea el modelo 3D de la vivienda mediante la generación de bloques. Cabe destacar que es indiferente el orden elegido para la simulación del edificio, es decir es lo mismo realizar primero el modelado 3D y luego introducir los datos de la vivienda como si lo realizamos al revés.

Los bloques son los elementos básicos para el modelado 3D (Figura 51). Existen tres tipos de bloques:

- Bloques de edificio: son los que permiten modelar las partes específicas de la vivienda, generando automáticamente los cerramientos de la envolvente (muros, suelos, cubiertas etc.). Cada bloque de edificio incluye una zona térmica, la cual se puede dividir en diferentes zonas mediante particiones.
- Bloques de componente: son bloques utilizados para modelar elementos accesorios del edificio (balcones, petriles, etc). No incluye zonas térmicas

- Bloques de contorno: bloques auxiliares que son especialmente útiles para modelar la forma geométrica deseada.

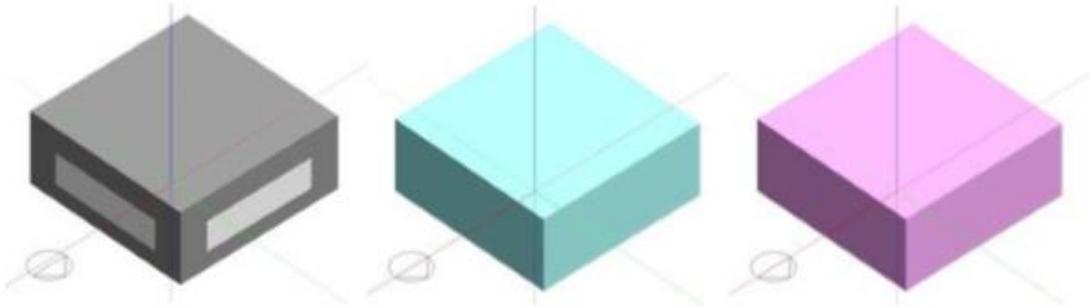


Figura 51. Ejemplos de cada uno de los tipos de bloque, de izquierda a derecha: edificio, contorno y componente
Fuente: DesignBuilder

3.2.4 Generar las diferentes zonas térmicas del edificio mediante particiones

Generado el bloque del edificio el siguiente paso es dibujar las particiones interiores.

Una vez dibujada una partición, automáticamente se crea una zona térmica diferenciada. Son muros interiores, los cuales separan dos zonas térmicas y admiten flujos de calor entre ellas (Figura 52).

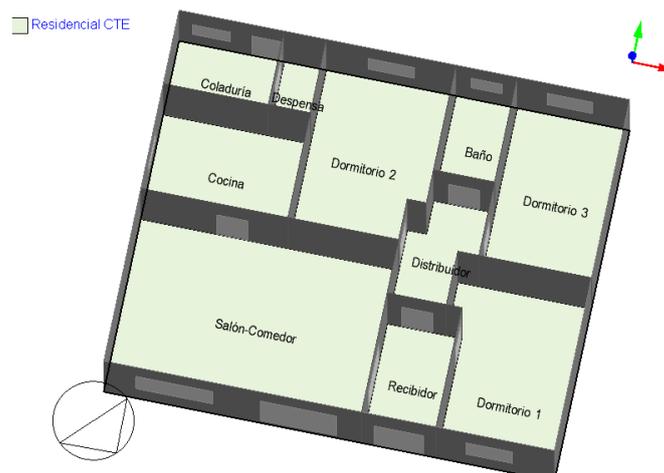


Figura 52. Particiones de la vivienda objeto de estudio.
Fuente: DesignBuilder.

3.2.5 Creación de aberturas

Finalmente para acabar de modelizar nuestro edificio crearemos sus diferentes aberturas.

DesignBuilder permite dibujar diferentes tipos de aberturas, que juegan un papel distinto tanto en los procesos de cálculo como en los de la simulación, ya que según su naturaleza, se puede controlar la entrada y salida de aire de manera controlada (ventanas), parcialmente controlada (puertas y rejillas) y de forma no controlada (huecos), también tienen influencia en la radiación solar en función de la traslucidez y opacidad de las superficies.

Tipos de aberturas: ventanas, puertas, rejillas y huecos.

3.3 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez definidos todos los parámetros de nuestro edificio el siguiente paso es realizar la simulación del mismo y analizar los resultados obtenidos.

Cabe destacar que DesignBuilder permite evaluar el desempeño ambiental y energético de la vivienda en “tiempo real “mediante la utilización de datos climáticos diarios.

3.3.1 Confort térmico del edificio

En primer lugar analizaremos el confort térmico de la vivienda, para ello nos basaremos en los valores de temperatura operativa y humedad relativa que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Tabla 15. *Condiciones interiores. (Tabla 1.4.1.1 del RITE).*

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

De los resultados obtenidos en la simulación relativo al confort anual de la vivienda (Figura 53) observamos, entre otros valores, la temperatura operativa y humedad relativa media anual del edificio. Basándonos en estos resultados vemos que según los valores establecidos por el RITE cumplimos en la temperatura operativa (21,48°C) pero en el caso de la humedad relativa es ligeramente superior (61 %).

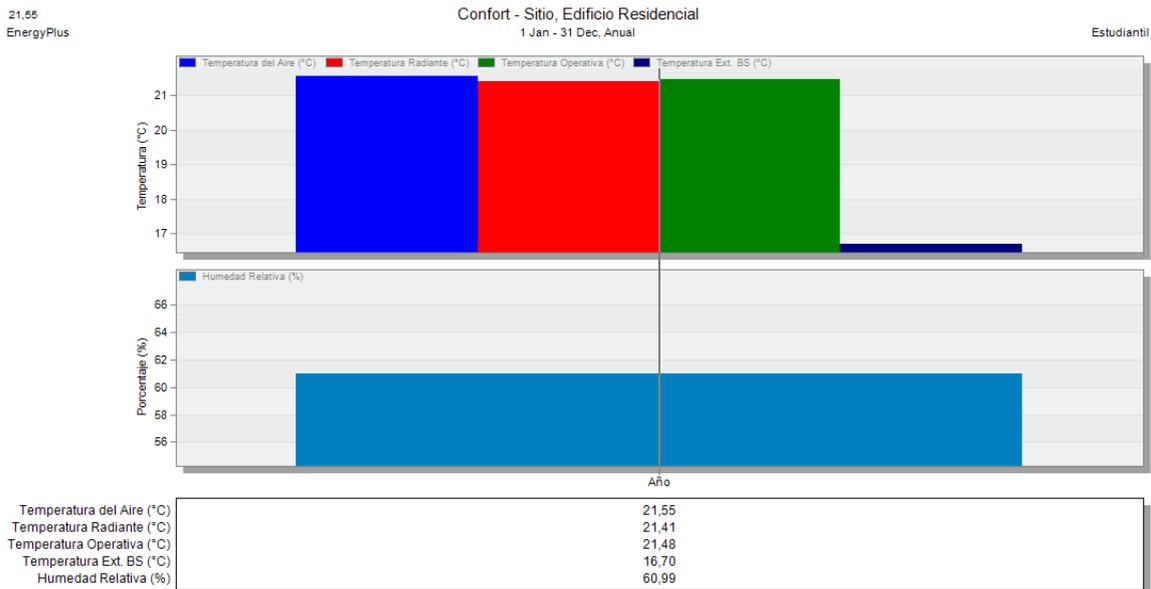


Figura 53. Gráfica confort anual vivienda
Fuente: DesignBuilder

Dado que estos resultados dan una información muy generalizada y poca concisa a la hora de interpretar el confort térmico del edificio, generaremos unos resultados tanto a nivel mensual (Figura 54) como diario (Figura 55) con el fin de comprobar si realmente cumplimos con las condiciones de confort en todos los meses del año.

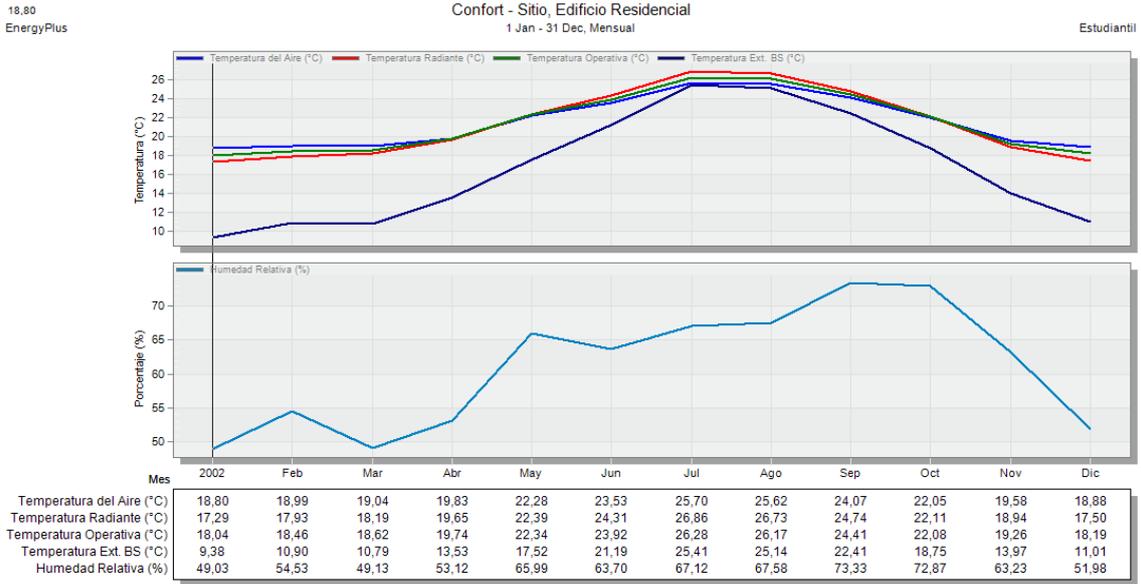


Figura 54. Gráfica confort mensual vivienda
Fuente: DesignBuilder

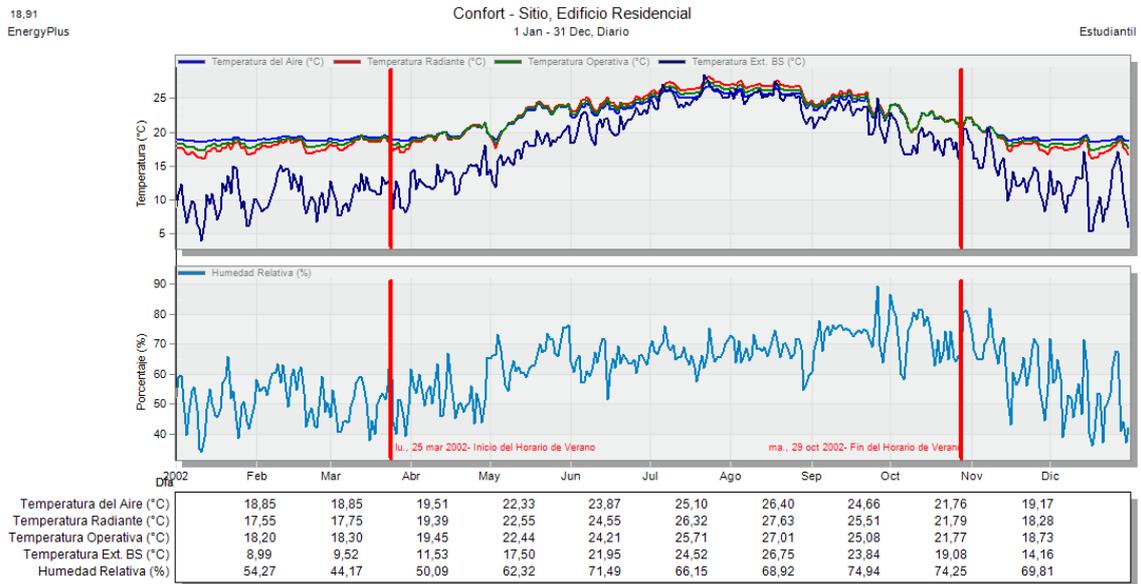


Figura 55. Gráfica confort mensual vivienda
Fuente: DesignBuilder

En las anteriores gráficas de confort (Figura 54 y Figura 55), ya con una información más detallada podemos observar que el edificio no cumple con las condiciones de confort tanto en invierno como en verano.

En invierno se puede observar que la temperatura operativa del edificio es baja, exceptuando octubre (22,08°C), el resto de meses se encuentra por debajo de los 21°C. En cambio la humedad relativa se encuentra dentro de los rangos establecidos por el RITE, excepto Mayo (65,99%), Octubre (72,87%) y Noviembre (63,23%).

En los meses de verano por lo que se refiere la temperatura operativa solamente, Julio (26,28°C) y Agosto (26,17°C), estarían ligeramente por encima de los 25°C. Por otra parte la humedad relativa es excesivamente alta, llegando a valores comprendidos entre el 63,70 % y el 73,33 %.

En resumen los resultados de confort térmico del edificio son negativos tanto en invierno como en verano.

3.3.2 Perdidas - Ganancias de calor de los cerramientos

Dado que el objetivo fundamental es la optimización de los cerramientos de la vivienda, es importante saber dónde se producen las mayores pérdidas de calor en la envolvente de la misma para determinar que mejoras vamos a realizar.

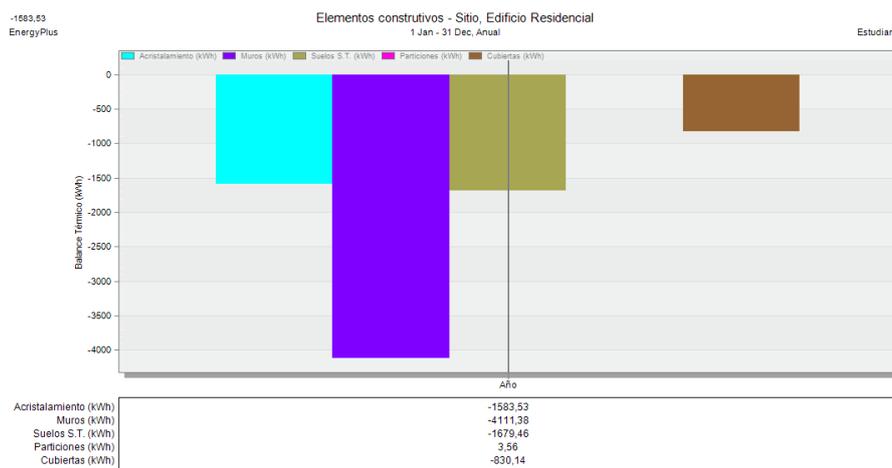


Figura 56. Pérdidas anuales cerramiento vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

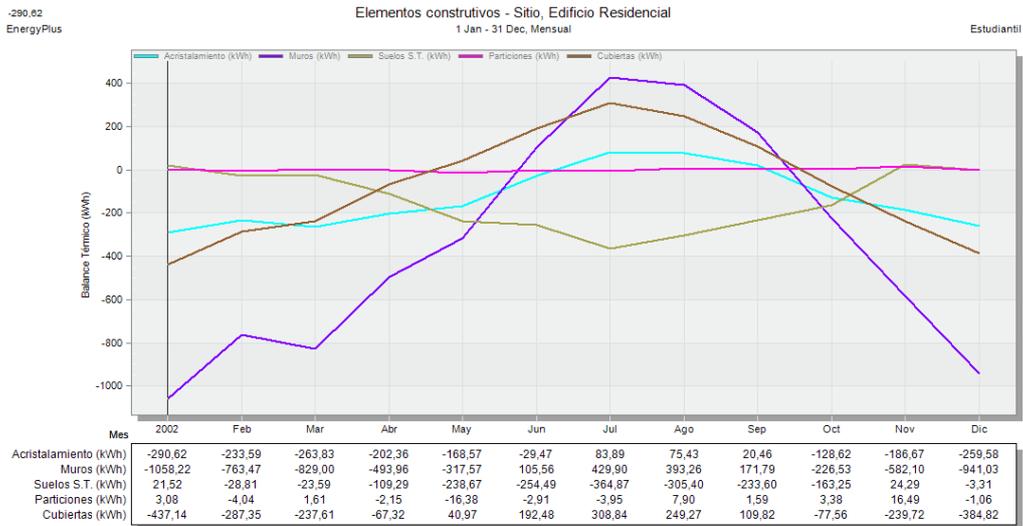


Figura 57. Pérdidas mensuales cerramiento vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

De los resultados obtenidos en las graficas anteriores (Figura 56 y Figura 57) se observa que las mayores perdidas se producen en los muros (- 4111,38 KWh) acristalamientos (- 1583,53 KWh) y suelos (- 1689,46 KWh), y en menor medida en la cubierta (- 830,14 KWh).

Como era de esperar debido al nulo aislamiento de los muros las perdidas de calor en los meses frios son de gran consideración, representando un 20 % del total.

3.3.3 Demanda energética del edificio

Visto los resultados anteriores no es de extrañar que la mayor demanda energética del edificio sea por calefacción (6539,63 KWh).

En los siguientes resultados podemos analizar dicha demanda tanto anualmente (Figura 58) como mensualmente (Figura 59 y Figura 60)

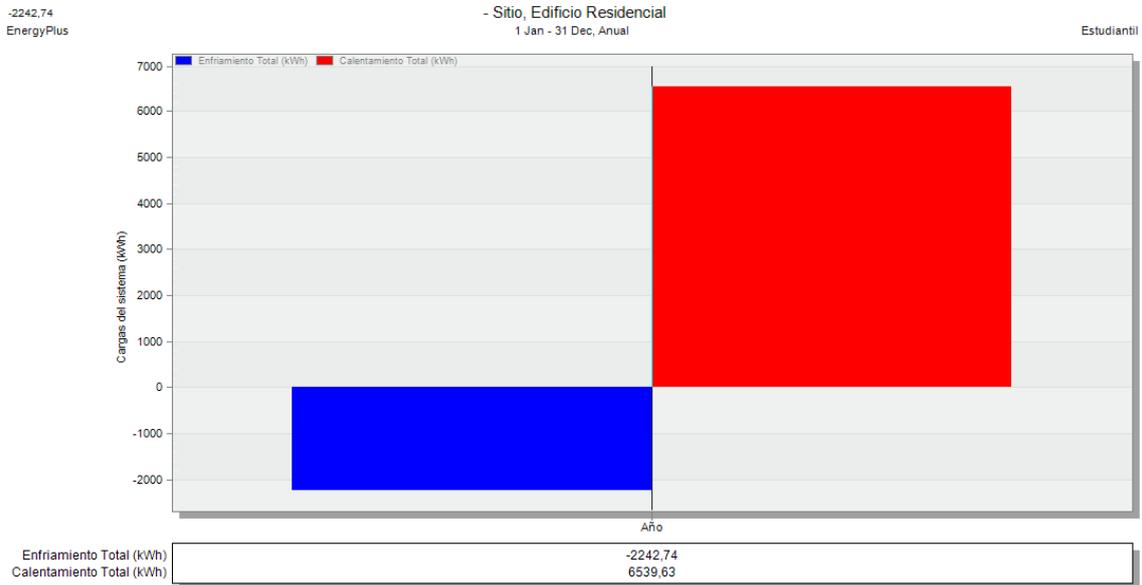


Figura 58. Demanda térmica anual vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

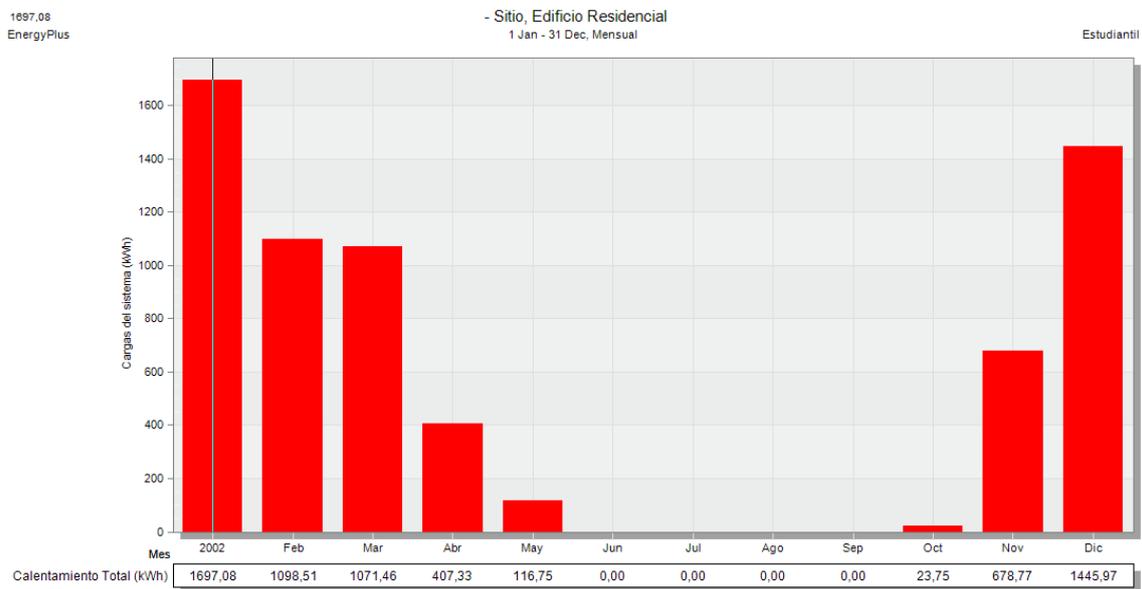


Figura 59. Demanda térmica mensual de calefacción vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

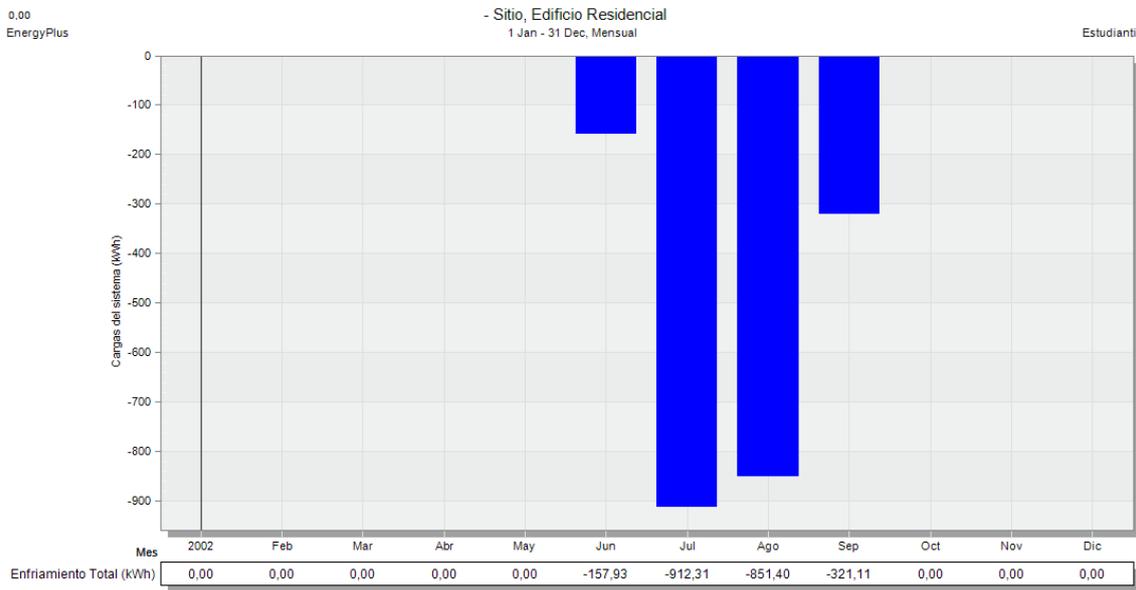


Figura 60. Demanda térmica mensual de refrigeración vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

3.3.4 Consumo energético del edificio

De la simulación energética obtenemos que el consumo total de la vivienda es 11486,33 kWh. En nuestro caso solamente consumimos electricidad.

Otra dato importante que podemos extraer, si observamos los resultados mensualmente, es que en los meses más fríos hay un claro despunte de consumo energético comparado con los meses más calurosos, es evidente pensar que este consumo de energía es debido a la demanda de calefacción (Figura 61).

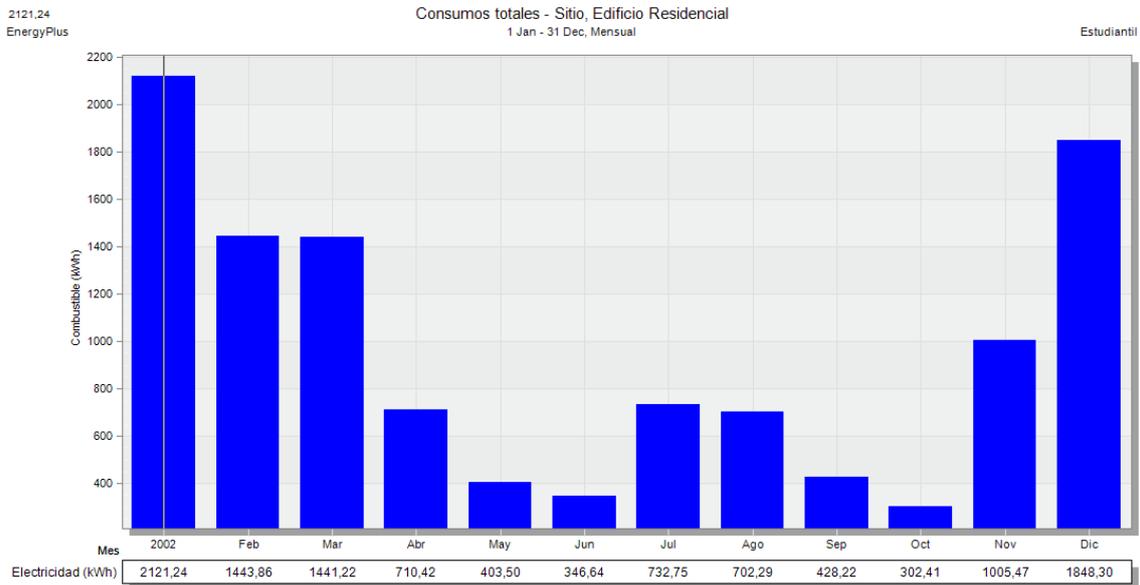


Figura 61. Consumo total mensual vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

Designbuilder permite obtener los consumos energeticos desglosados de la vivienda, esto nos permite evaluar como se distribuye dicho consumo a través de los aparatos, equipos, iluminación y sistemas de HVAC.

Observando las siguientes graficas vemos que con una gran diferencia el mayor consumo electrico es debido a la calefacción (7108,29 kWh). El resto de consumo se desglosa de la siguiente manera : iluminación (1431,61 kWh) , aparatos (1431,61 kWh), refrigeración (1121,37 kWh) y ACS (393,44 kWh) (Figura 62).

Si analizamos mensualmente el consumo energetico desglosado, confirmamos que los picos de consumo producidos en los meses frios es debido a la demanda de calefacción, teniendo su consumo maximo en el mes de enero (1844,65 kWh) (Figura 63 y Figura 64).

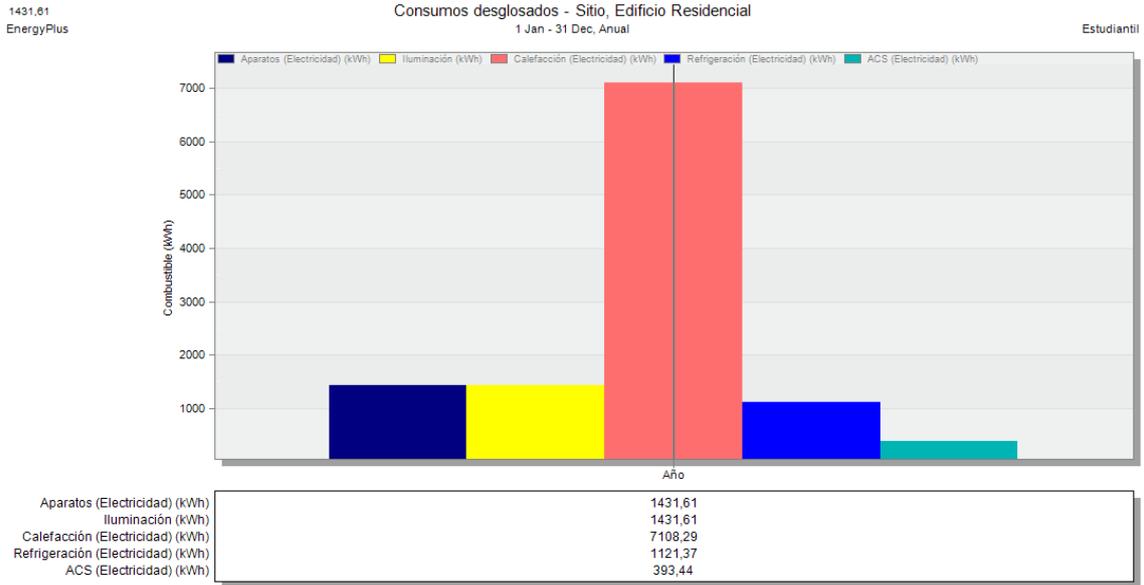


Figura 62. Consumo total anual desglosado vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

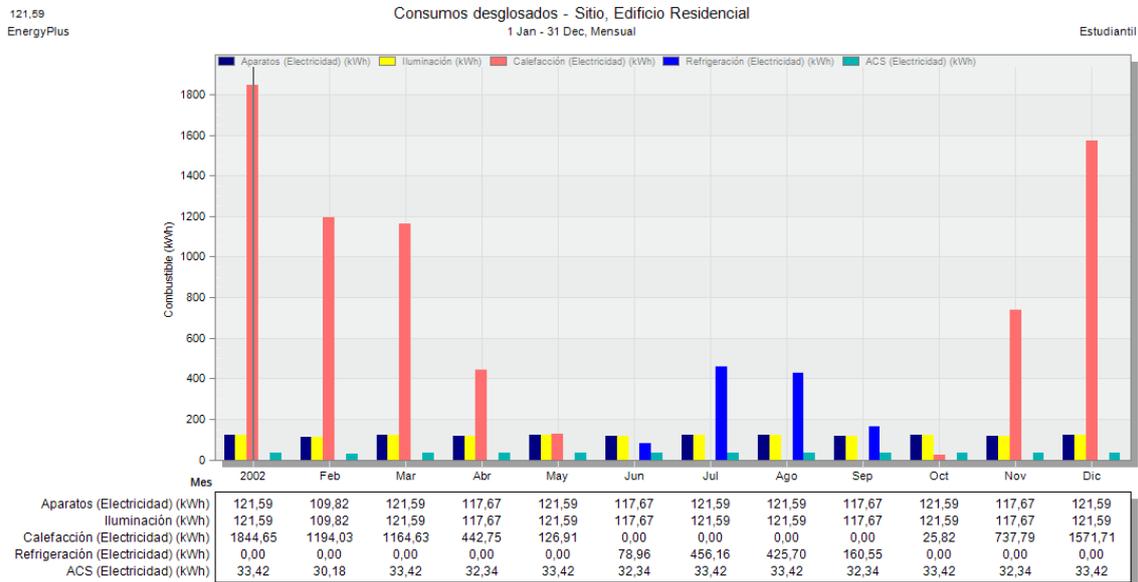


Figura 63. Consumo total mensual desglosado vivienda.
Fuente: DesignBuilder.

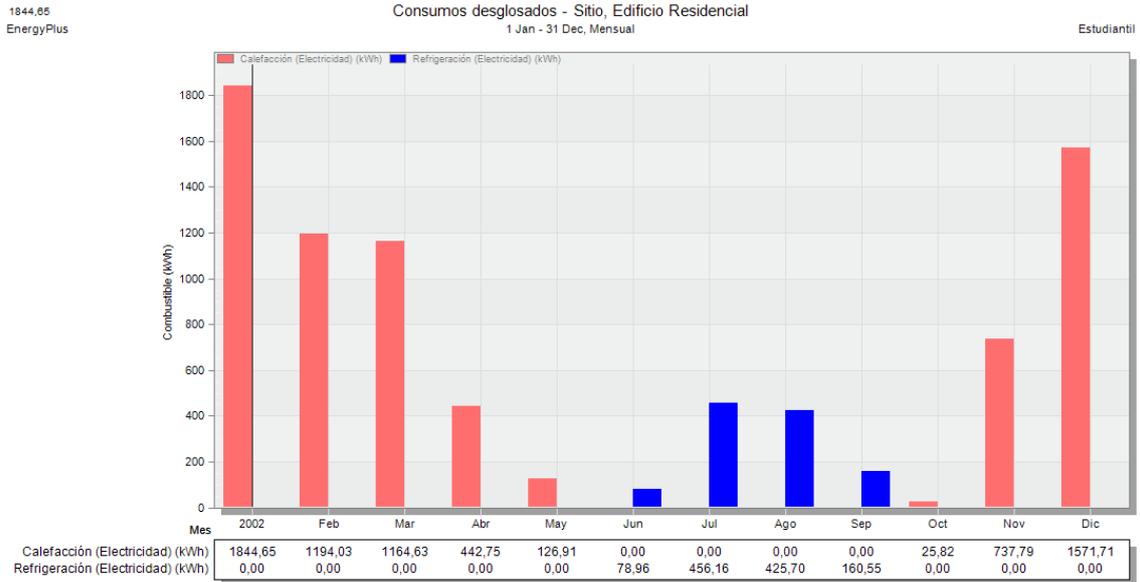


Figura 64. Consumo mensual calefacción y refrigeración vivienda
Fuente: Designbuilder.

3.3.5 Emisiones Co2

DesignBuilder permite calcular las emisiones de CO₂ de un terminado combustible, para ello se ha modificado los factores de emisiones de CO₂ que vienen por defecto en el programa y se ha aplicado los publicados por la Conselleria Territori, Energia i Mobilitat de les Illes Balears. En nuestro caso elegiremos un factor de emisión de 0.7775 kg CO₂ /kWh.

Hay que mencionar que para introducir los factores de emisiones en el programa primeramente hay que convertir las unidades de kg/kWh a g/MJ, por lo tanto serían 215,93 g/MJ.

Tabla 16. Factores de emisión.

ANYS	FACTORS D'EMISSIÓ			
	kg CO ₂ /kWh	g SO ₂ /kWh	g NOx/kWh	g Partic./kWh
2005	0,9655	3,3120	2,4539	0,2468
2006	0,9054	3,0710	4,5216	0,3753
2007	0,8974	2,5540	3,9966	0,1563
2008	0,9139	2,1881	4,7070	0,1160
2009	0,9746	2,1678	4,4027	0,0857
2010	0,9695	2,0903	4,3829	0,1014
2011	0,9435	1,7665	3,9629	0,1015
2012	0,8753	1,6083	3,5839	0,0816
2013	0,8174	1,3883	2,6242	0,0663
2014	0,7696	1,4454	2,2652	0,0574
2015	0,7714	1,0518	1,7486	0,0409
2016	0,7477	1,4213	2,4186	0,0419
2017	0,7775	1,2513	2,0407	0,0350

Una vez realizada dichas conversiones se obtiene que la vivienda objeto de estudio genera unas emisiones totales de 8930,66 kg de CO₂. Si observamos estas emisiones de manera mensual (Figura 65), vemos que las mayores emisiones se producen en los meses más fríos, lógicamente esto es debido al consumo producido por la demanda de calefacción.

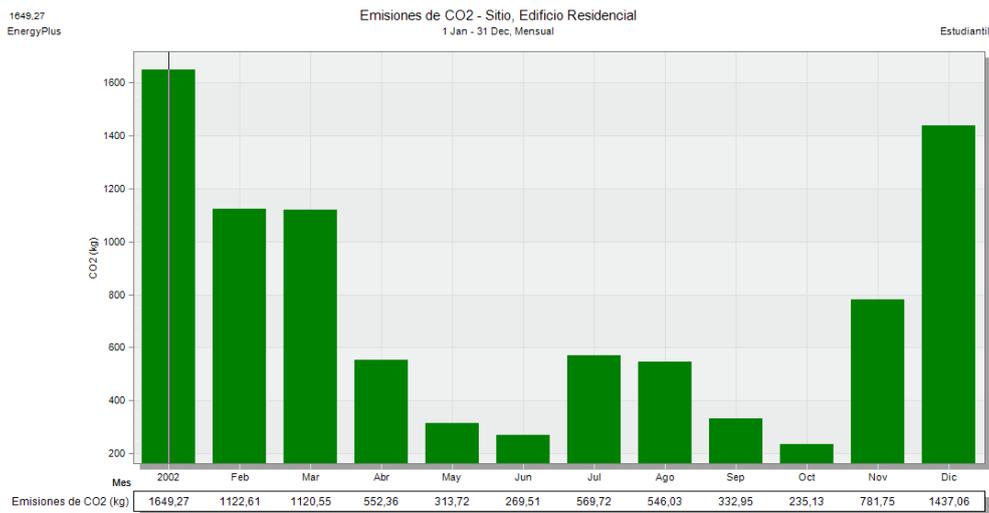


Figura 65. Emisiones mensuales de CO₂
Fuente: DesignBuilder

Cabe destacar que DesignBuilder con respecto a las emisiones de CO₂ ofrece unos resultados globales de toda la vivienda, para conocer las emisiones de CO₂ de una manera desglosada (equipos, iluminación, calefacción, refrigeración etc.) hay que recurrir a los factores de emisiones de CO₂, que nos permiten convertir la energía final a emisiones de CO₂.

Tabla 17. Emisiones de CO₂

Demanda	Consumo final (kWh)	Factor de emisión (kg CO ₂ / kWh)	Emisiones CO ₂ (Kg)
Calefacción	7108,29	0,7775	5526,70
Refrigeración	1121,37	0,7775	871,87
ACS	393,44	0,7775	305,90
Iluminación	1431,61	0,7775	1113,08
Aparatos	1431,61	0,7775	1113,08
Total			8930,61

Analizando las emisiones de una manera desglosada (Figura 66), evidentemente la mayor fuente de emisión es la calefacción con 5526,70 Kg CO₂, seguido por la iluminación y aparatos con 1113,08 Kg CO₂ cada uno, refrigeración con 871,87 Kg CO₂ y finalmente ACS con 305,90 Kg CO₂.

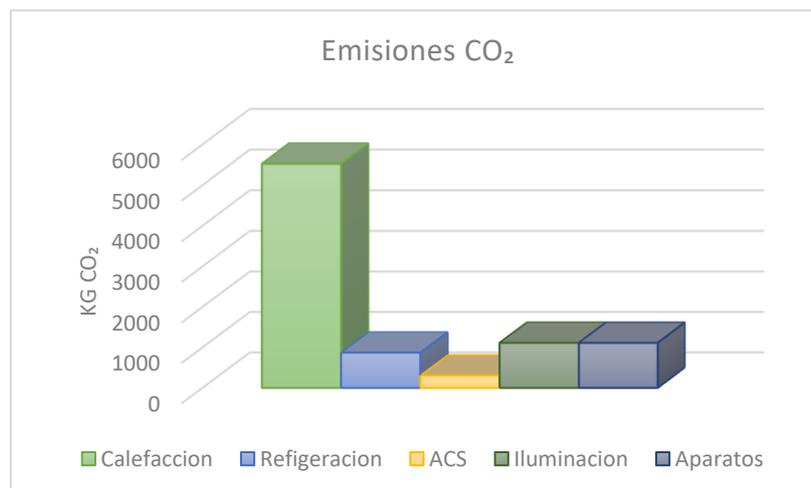


Figura 66. Desglose emisiones CO₂ anuales vivienda
Fuente: Elaboración propia

4. PROPUESTA DE MEJORAS ENERGETICAS

4.1 INTRODUCCIÓN

Analizando los resultados del capítulo anterior es evidente que hay que mejorar el comportamiento térmico de la vivienda con tal de reducir la demanda de calefacción y por consiguiente su consumo, reducir las emisiones de CO₂ y mejorar el confort térmico del edificio.

Es importante saber donde se producen las pérdidas energéticas y en que proporción a la hora de elegir las mejoras de ahorro energético más eficientes para nuestra vivienda .

Como se ha apreciado en los resultados del apartado anterior (Figura 56) los puntos más conflictivos se producen en la envolvente del edificio ; muros, ventanas y suelos.

Viendo estos resultados las soluciones propuestas para mejorar la envolvente de la vivienda son:

- Mejorar el aislamiento térmico de la envolvente del edificio a través de un sistema de aislamiento térmico por exterior. (SATE).
- Mejorar aislamiento térmico de la envolvente del edificio a través de un sistema de aislamiento térmico por el interior Trasdosado .
- Mejorar la calidad de la carpintería exterior, mediante la sustitución de los marcos de madera y vidrios monolíticos actuales por una carpintería de PVC y vidrios de baja emisividad térmica.

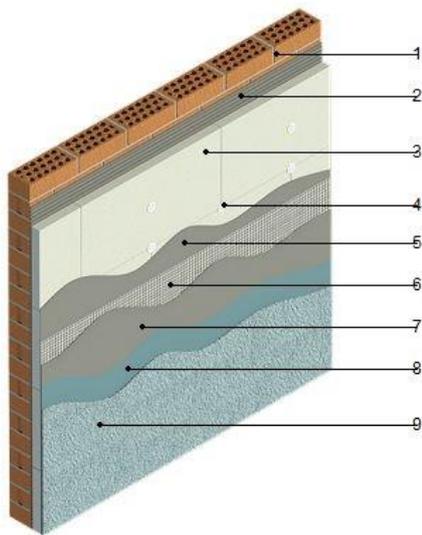
Por lo que respecta a las instalaciones de la vivienda para reducir las emisiones de CO₂ y el coste energético de la demanda de calefacción se propone instalar un circuito de radiadores de agua alimentado por una hidroestufa de pellets.

4.2 AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

Para el aislamiento térmico por el exterior se ha elegido la solución tipo SATE, consiste en aplicar en la fachada de la vivienda un material aislante, fijado mecánicamente y/o con adhesivos , protegido con un mortero armado con una malla de refuerzo tras el cual se aplica un revestimiento de acabado, generalmente mortero acrílico.

Los sistemas SATE se pueden clasificar en función del material aislante utilizado (lana de roca, placas de poliestireno expandido, placas de poliestireno extruido) y el tipo de acabado (morteros acrílicos, morteros de silano-siloxanos, acabado cerámico, etc.)

Para este edificio se ha elegido el sistema Webertherm ETICS, de la marca comercial WEBER, con un aislamiento térmico basado en placas de aislamiento térmico de poliestireno expandido de 0,037 W/mK de conductividad térmica y con una capa de acabado de mortero acrílico (Figura 67)



- 1: Soporte.
- 2: Mortero adhesivo para fijación del aislamiento.
- 3: Aislamiento.
- 4: Fijación mecánica.
- 5: Mortero base.
- 6: Malla de refuerzo.
- 7: Mortero base.
- 8: Imprimación.
- 9: Mortero acrílico.

Figura 67. Detalle sistema SATE
Fuente: Generador de precios

Dicho sistema presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

Tabla 18. Ventajas e inconvenientes instalación SATE.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Mínima interferencia para los usuarios de la vivienda.	En edificios con fachadas protegidas es muy difícil su aplicación porque se modifica el acabado superficial de la fachada.
No reduce la superficie útil del edificio	Aplicación complicada en fachadas poco regulares o con múltiples salientes.
Eliminación de puentes térmicos.	No debe usarse en edificios reciben severos y repetitivos impactos.

4.2 AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR

Como solución para mejorar el aislamiento térmico de la envolvente de la vivienda desde el interior se ha decidido realizar un trasdosado autoportante.

Se ha optado por el sistema "URSA IBÉRICA AISLANTES" de la empresa URSA que está formado por una estructura metálica, arriostrada al muro portante, a la que se le fijan placas de yeso laminado, el espacio intermedio el paramento y las maestras queda relleno con el material aislante, en nuestro caso lana mineral T18R Ursa Terra (Figura 68).

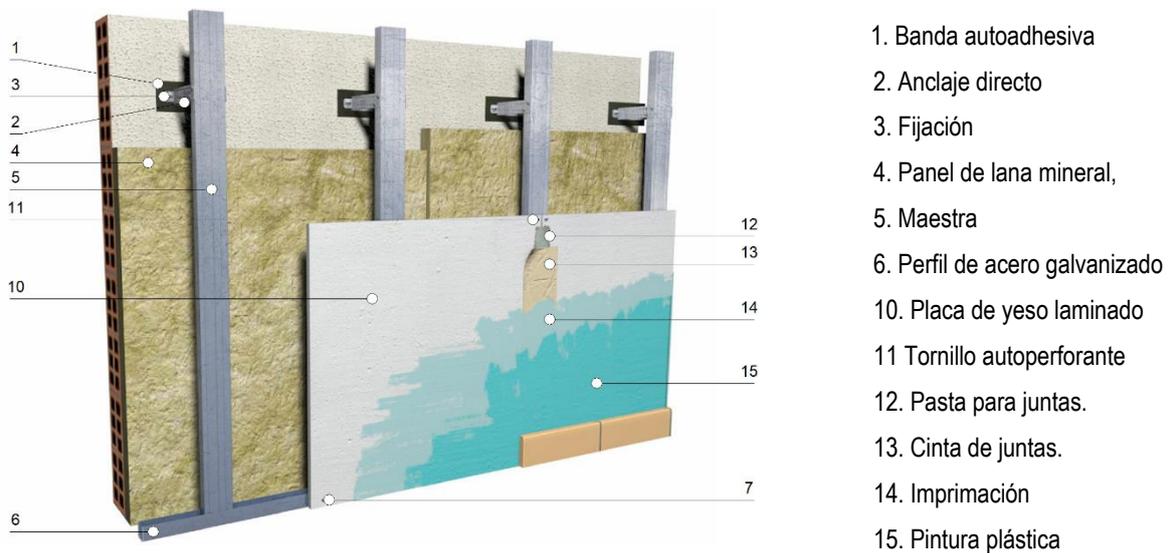


Figura 68. Detalle trasdosado autoportante
Fuente: Generador de precios.

Dicho sistema presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

Tabla 19. Ventajas e inconvenientes instalación trasdosado autoportante.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Instalación rápida y sencilla	Disminuye la superficie útil de la vivienda
Reducido coste económico	No resuelve los puentes térmicos lineales (frente de forjado, intersección de muros...)
Incremento del aislamiento acústico	Pueden aparecer condensaciones en el interior del cerramiento

Permite alojar fácilmente instalaciones entre la placa y el propio aislante	Interferencia en el uso del edificio
Pueden efectuarse intervenciones parciales	No se aprovecha toda la masa térmica del cerramiento existente

4.3 SUSTITUCIÓN DE LA CARPINTERÍA EXTERIOR

La siguiente medida compromete a todos los huecos de la vivienda, sustituyendo los marcos y vidrios.

La carpintería de madera se va a sustituir por una de PVC, concretamente se trata de la serie Kömmerling 76MD de la marca KÖMMERLING, que incorpora 6 cámaras interiores y posee una transmitancia térmica del marco de $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Figura 69. Carpintería de PVC.
Fuente: Kömmerling

Por lo que respecta a la superficie acristalada debido a la orientación Noreste de la vivienda, se ha decidido instalar vidrios de baja emisividad térmica. Se trata del doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN de la marca Saint Gobain, formado por:

- Vidrio exterior de 4 mm de espesor con una capa de baja emisividad térmica en su cara interior (PLANITHERM XN).
- Cámara de gas de 16 mm de espesor, rellena con gas argón.
- Vidrio interior de 4 mm de espesor (PLANICLEAR).

Hay que mencionar que todo el conjunto del vidrio tiene una transmitancia térmica (valor U) de 1.1 W/(m²K).

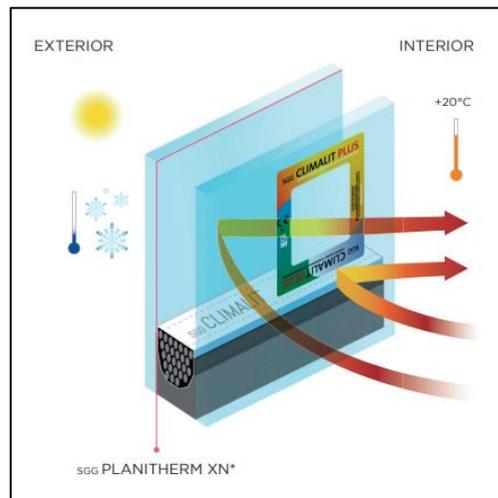


Figura 70. Vidrio de baja emisividad.
Fuente: Saint Gobain.

Dicho sistema presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

Tabla 20. Ventajas e inconvenientes instalación carpintería PVC

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Pueden realizarse instalaciones parciales.	El PVC es un material contaminante.
No supone reducción superficie útil	Puede deformarse con temperaturas altas y bajas
Aplicable a cualquier tipo de fachada	Interferencia en el uso del edificio

4.4 MEJORA INSTALACIÓN

Para cubrir la demanda de calefacción se propone realizar una nueva instalación compuesta por un circuito de 10 radiadores de agua y una hidroestufa de pellets.

Dado que la vivienda tiene una superficie útil de 96,62 m², y se calcula que la potencia necesaria de una estufa ronda aproximadamente los 100 W/m² se ha elegido una de 15 kW. Este sobredimensionamiento se debe a por si en un futuro se quiere abastecer también, la demanda de ACS.

La estufa escogida es el modelo HYDRO SIGMA Basic de la marca Lasian, con una potencia mínima de 4,7 kW y una máxima de 15,1 kW, posee un contenedor de pellets de 31 kg.

Para calcular el número de radiadores necesarios se debe saber cuántos elementos se necesita para calentar una estancia. Primero se calculara los m³ de cada espacio, luego se determina las kcal/h necesarias para calefactar cada una de las estancias, se estima que para calefactar 1 m³ se necesitan 40 kcal/h, y una vez calculadas las kcal/h habrá que dividir las por la potencia calefactora de cada elemento, en nuestro caso el modelo Europa 800 C de la marca Ferroli cada elemento tiene una potencia de 135,8 kcal/h.

Hay que mencionar que los radiadores pueden disponer entre 2 y 14 elementos.

Tabla 21. Cálculo del número de radiadores de la vivienda.

Estancia	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Potencia necesaria (Kcal/h)	Número elementos	Numero radiadores
Dormitorio 1	12,93	41,376	1655,04	12	1
Dormitorio 2	11,79	40,086	1603,44	12	1
Dormitorio 3	12,16	41,344	1653,76	12	1
Sala-Estar-Comedor	28,82	97,988	3919,52	29	3
Cocina	10,73	36,482	1459,28	11	1
Baño	3,82	12,988	519,52	4	1
Vestíbulo	4,85	16,49	659,6	5	1
Distribuidor	4,81	16,354	654,16	5	1
Total				89	10



Figura 71. Circuito de radiadores con hidroestufa.
Fuente: Lasian.

Tabla 22. Ventajas e inconvenientes instalación circuito de radiadores e hidroestufa.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Gran poder calorífico	Recargas cada cierto tiempo.
Baja emisión de CO ₂	Limpieza semanal
Mantenimiento sencillo	Producen cierto ruido

5. ESTUDIO Y ANALISIS ENERGETICO DEL EDIFICIO CON LAS MEJORAS IMPLANTADAS

5.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se va analizar como afectara las medidas energéticas tomadas en la demanda de la vivienda. Para ello se va a realizar una comparativa entre los resultados de la demanda del estado actual del edificio y los resultados de las soluciones implantadas.

Con el objetivo de obtener un espesor óptimo del aislamiento térmico, aumentaremos paulatinamente el grosor, con el fin de analizar el impacto que produce dicho aumento tanto en el ahorro energético, como en la reducción de emisiones de CO₂ de la vivienda. Este análisis se realizara para el sistema tipo SATE y la solución de TRADOSADO AUTOPORTANTE.

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR (SATE)

Con la aplicación de dicho sistema, la transmitancia térmica (Valor U) del muro exterior en función del espesor del aislamiento térmico queda de la siguiente forma:

Tabla 23. *Trasmitancia térmica SATE*

Espesor del aislamiento (mm)	Valor U (W/m ² ·K)
40	0,641
50	0,546
60	0,476
70	0,422
80	0,379
90	0,344
100	0,314
110	0,29
120	0,269
130	0,25
140	0,235

Para realizar dicho análisis partiremos de un espesor mínimo de 4 cm hasta alcanzar los 14 cm de espesor observando las variaciones que se producen tanto en el consumo energético como en las emisiones de CO₂.

Tabla 24. Resultados análisis energético SATE.

Espesor aislamiento (mm)	Consumo calefaccion (kWh)	Consumo refrigeracion (kWh)	Consumo total HVAC (kWh)	Ahorro energetico anual HVAC (%)	Emisiones CO2 total HVAC (Kg)	Reduccion emisiones total HVAC CO2 (Kg)
Estado actual	7108,29	1121,37	8229,66	-	6398,56	-
40	4363,75	735,43	5099,18	38,04%	3964,61	2433,95
50	4167,61	720,66	4888,27	40,60%	3800,63	2597,93
60	4017,45	709,59	4727,04	42,56%	3675,27	2723,29
70	3898,49	700,87	4599,36	44,11%	3576,00	2822,56
80	3801,81	693,77	4495,58	45,37%	3495,31	2903,25
90	3721,48	687,71	4409,19	46,42%	3428,15	2970,42
100	3653,68	682,47	4336,15	47,31%	3371,36	3027,20
110	3596,09	677,75	4273,84	48,07%	3322,91	3075,65
120	3546,31	673,54	4219,85	48,72%	3280,93	3117,63
130	3502,39	669,66	4172,05	49,30%	3243,77	3154,79
140	3463,7	666,08	4129,78	49,82%	3210,90	3187,66

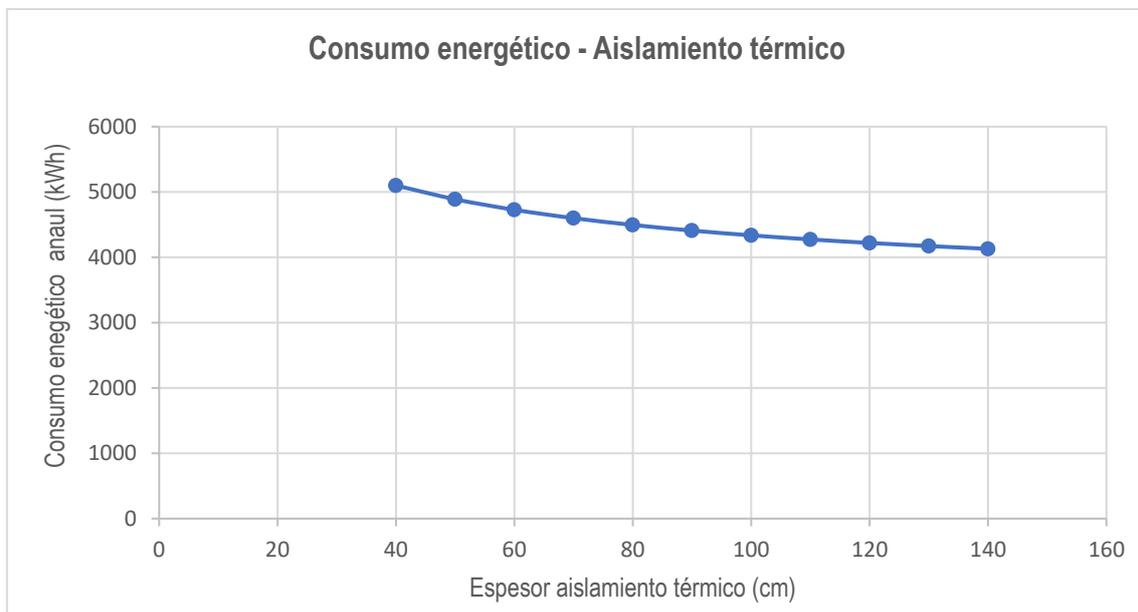


Figura 72. Consumo energético -Aislamiento térmico SATE

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 24 a medida que aumentamos el espesor del aislamiento, disminuye el consumo energético y emisiones de CO₂. Esta disminución es más significativa en los primeros incrementos de espesores, no obstante, a medida que vamos alcanzando valores más elevados, la proporción en la que disminuye el consumo energético y las emisiones de CO₂ es más pequeña. En la gráfica Consumo energético - Aislamiento térmico (Figura 72) la recta cada vez más tiende a una asíntota horizontal.

5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR (TRASDOSADO AUTOPORTANTE)

En este caso los valores de transmitancia térmica (Valor U) son los siguientes:

Tabla 25. Transmitancia térmica Trasdosado autoportante

Espesor del aislamiento (mm)	Valor U (W/m ² ·K)
30	0,753
45	0,573
65	0,435
85	0,350
100	0,306
120	0,261
140	0,228

Debido a que el trasdosado tiene el inconveniente que disminuye superficie útil del interior de la vivienda limitaremos el espesor máximo a 14 cm.

Tabla 26. Resultados análisis energético Trasdosado autoportante.

Espesor aislamiento (mm)	Consumo calefaccion (kWh)	Consumo refrigeracion (kWh)	Consumo total HVAC (kWh)	Ahorro energetico anual HVAC (%)	Emisiones CO2 total HVAC (Kg)	Reduccion emisiones total HVAC CO2 (Kg)
Estado actual	7108,29	1121,37	8229,66	-	6398,56	-
30	4478,54	816,37	5294,91	35,66%	4116,79	2281,77
45	4131,93	783,22	4915,15	40,28%	3821,53	2577,03
65	3855,36	756,23	4611,59	43,96%	3585,51	2813,05
85	3679,15	738,25	4417,4	46,32%	3434,53	2964,03
100	3583,8	727,99	4311,79	47,61%	3352,42	3046,14
120	3486,95	716,84	4203,79	48,92%	3268,45	3130,11
140	3412,98	707,54	4120,52	49,93%	3203,70	3194,86

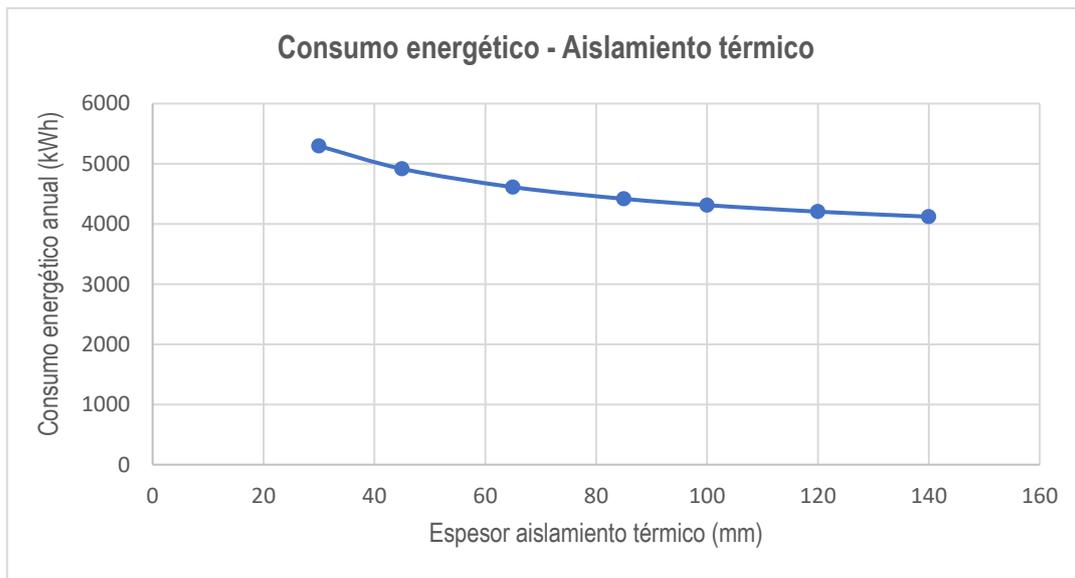


Figura 73. Consumo energético -Aislamiento térmico Trasdoso autoportante
Fuente: Elaboración propia

Observando los resultados obtenidos vemos que el comportamiento es el mismo que en el caso del aislamiento térmico por el exterior, es decir, a medida que aumentamos el espesor del aislamiento la tendencia de la recta cada vez es más asintótica.

5.4 ANÁLISIS DE SUSTITUCIÓN DE CARPINTERÍA

En este caso estudiaremos los resultados producidos por la sustitución de los marcos y la superficie acristalada de los huecos.

Tabla 27. Resultados del análisis sustitución carpintería.

	Estado actual	Marco PVC + Vidrio baja emisividad
Consumo calefacción (kWh)	7108,29	6661,67
Consumo refrigeración (kWh)	1121,37	1115,44
Consumo total HVAC (kWh)	8229,66	7777,11
Coste energético anual HVAC (€)	1.198,06 €	1.132,18 €
Ahorro energético anual HVAC (%)	-	5,50%
Emisiones CO ₂ total HVAC (Kg)	6398,56	6046,70
Reducción emisiones total HVAC CO ₂ (Kg)	-	351,86

El ahorro energético obtenido al cambiar la carpintería no es muy significativo, en este caso el ahorro energético sería del 5,50 % habrá que analizar la viabilidad económica de esta solución para determinar la rentabilidad de esta inversión.

5.5 ANÁLISIS CIRCUITO DE RADIADORES E HIDROESTUFA

Tabla 28. Resultados del análisis mejora instalación calefacción.

	Estado actual	Circuito de radiadores +Hidroestufa
Consumo calefacción (kWh)	7108,29	7108,29
Consumo refrigeración (kWh)	1121,37	1121,37
Consumo total HVAC (kWh)	8229,66	8229,66
Coste energético anual HVAC (€)	1.198,06 €	518,66 €
Ahorro energético anual HVAC (%)	-	57%
Emisiones CO ₂ total HVAC (Kg)	6398,56065	871,87
Reducción emisiones total HVAC CO ₂ (Kg)	-	5526,70

Al aplicar dicha mejora no se ha producido una disminución de la demanda energética en sí misma, pero sí un ahorro energético del 57%, debido a que el coste energético de la electricidad (0,145578 €/kWh) es superior al de pellet (0,05 €/kWh)

Por otra parte, al ser prácticamente neutras las emisiones de CO₂ al producirse la combustión del pellet hay una importante reducción de las mismas.

5.6 COMPARATIVA DE RESULTADOS SATE - TRASDOSADO

Si comparamos los resultados obtenidos entre los sistemas, SATE y Trasdoso autoportante, observamos que el ahorro energético producido entre espesores iguales o parecidos es prácticamente el mismo.

Esta información aunque es útil, ya que demuestra que dichas soluciones funcionan desde el punto de vista energético, es poca aclaratoria para decantarnos por una solución u otra, debido a la similitud de los resultados.

Por una de estas razones en el siguiente apartado realizaremos un análisis económico para determinar qué propuesta es más idónea.

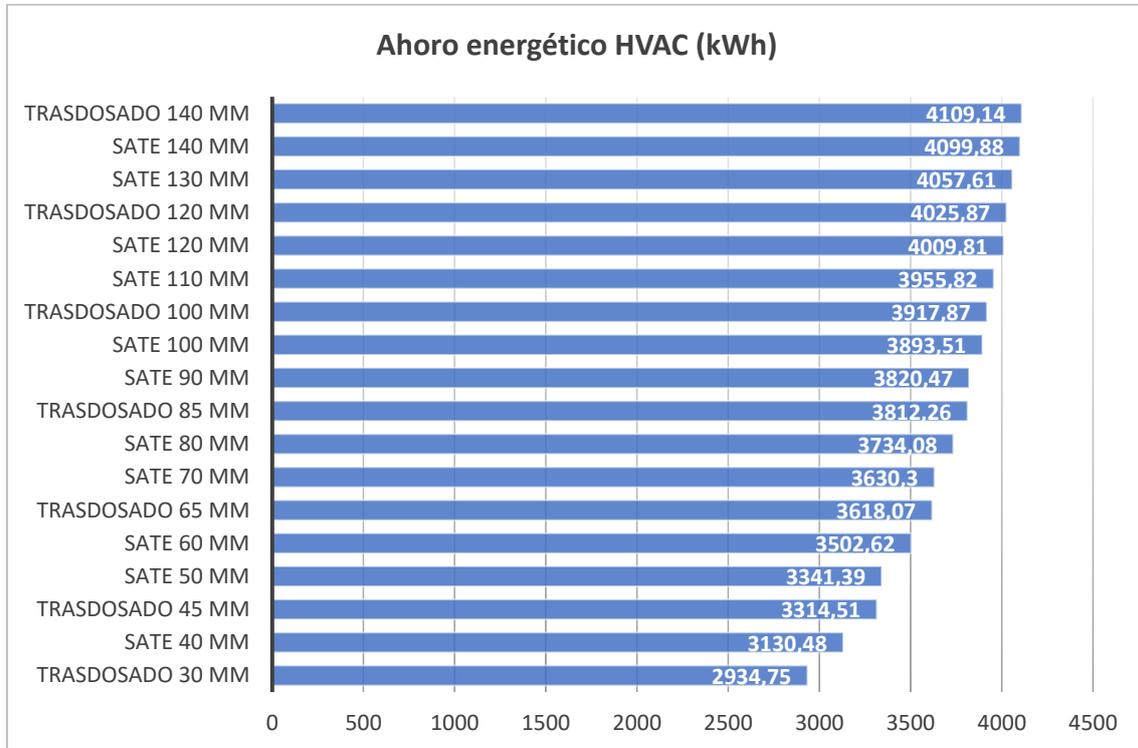


Figura 74. Comparativa ahorro energético
Fuente: Elaboración propia

6. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONOMICA

6.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha comentado anteriormente en este apartado vamos analizar las mejoras energéticas propuestas desde el punto de vista económico.

Para ello estudiaremos la rentabilidad económica de cada caso, en función de la inversión realizada y los ahorros obtenidos. Los indicadores de rentabilidad que vamos a utilizar son:

- VAN
- TIR
- Plazo de recuperación o pay-back.

En el caso de las solución tipo SATE y trasdosado autoportante una vez analizada la viabilidad económica de los diferentes espesor, se estudiara el óptimo económico en función del aislamiento térmico y el ahorro energético.

Cabe destacar que para realizar el análisis de la viabilidad económica de las diferentes soluciones se han utilizado los precios ofrecidos por la página web Generador de Precios, y dado que el objetivo de dicho trabajo se enfoca más en el tema energético, a la hora de establecer los diferentes precios, no se ha tenido en cuenta los posibles sobrecostes ocasionados por la implantación de las mejoras seleccionadas, si bien es cierto que se han contemplado posibles soluciones constructivas que no implicarían sobrecoste.

6.1.1 Valor actual neto

Este criterio nos permite conocer el beneficio o pérdida de una inversión a través de la actualización de los flujos de caja netos.

El valor actual neto (VAN) viene expresado por la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1-k)^t} - I_0$$

- Q_t = Flujo de caja en cada periodo t
- K = Tasa de actualización (interés)
- I_0 = Inversión inicial
- n = número de periodos.

El VAN nos permite ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios para determinar si una inversión es rechazada o aceptada son los siguientes:

Tabla 29. Criterios VAN.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN
VAN > 0	Beneficios	Se acepta la inversión
VAN = 0	Ni beneficios ni pérdidas	Se rechaza la inversión
VAN < 0	Pérdidas	Se rechaza la inversión

En nuestro caso para calcular el VAN se han elegido los siguientes parámetros económicos:

6.1.1.1 Tasa de actualización

Es una renta fija sin riesgo, indica el retorno esperado por el inverso, para establecer este valor se han escogido los datos ofrecidos por el tesoro público para las obligaciones a 30 años (Figura 75).

RENTABILIDADES ÚLTIMA SUBASTA:			
Letras a 3 Meses	-0,476%	Letras a 6 Meses	-0,392%
Letras a 9 Meses	-0,406%	Letras a 12 Meses	-0,362%
Bonos a 3 Años	-0,408%	Bonos a 5 Años	-0,182%
Obligaciones a 10 Años	0,839%	Obligaciones a 15 Años	0,883%
Obligaciones a 30 Años	2,119%	Bonos Indexados a 5 Años	-0,730%
Obligaciones Indexadas Vr 11,6 Años	-0,283%	Obligaciones Vr 5,9 Años	0,565%
Obligaciones Indexadas a 15 Años	0,247%	Obligaciones a 50 Años	3,030%
Obligaciones Vr 21,4 Años	1,947%	Obligaciones Vr 7,6 Años	0,862%

Figura 75. Rentabilidades
Fuente: Tesoro público

6.1.1.2 Numero de periodos

Se ha decidido que la vida útil de las mejoras sea de 30 años.

6.1.1.3 Flujo de caja

Para el flujo de caja se ha considerado los ahorros energéticos producidos por las mejoras y un precio de la electricidad de 0,145578 €/kWh. Hay que mencionar que para calcular este flujo se ha tenido en cuenta el incremento anual del precio de la energía. Dicho valor se ha obtenido en el INE (índice de precios industriales), fijándolo en 4.5 %.

6.1.2 Tasa interna de retomo (TIR)

Este criterio económico nos permite establecer la rentabilidad de la inversión. Es aquella tasa de actualización que hace que el VAN sea cero. En resumen, mide la eficacia de una inversión

Para aceptar o rechazar una inversión según el criterio TIR es el siguiente:

Tabla 30. *Criterios TIR.*

VALOR	DECISIÓN
$TIR > K$	Se acepta la inversión
$TIR = k$	Se rechaza la inversión
$TIR < K$	Se rechaza la inversión

6.1.3 Plazo de recuperación (pay-back)

El periodo de retorno mide el plazo de recuperación de una inversión.

6.2 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR (SATE)

6.2.1 Coste total inversión y ahorro energético

Tabla 31. Coste total inversión y ahorro energético SATE.

Espesor aislamiento (mm)	Precio Unitario (m ²)	Coste Total Inversión (€)	Precio electricidad (€/kWh)	Ahorro energético anual HVAC (kWh)	Ahorro energético anual HVAC (€)
40	63,16	8.792,00 €	0,145578	3130,48	455,73 €
50	64,63	8.996,63 €	0,145578	3341,39	486,43 €
60	66,5	9.256,93 €	0,145578	3502,62	509,90 €
70	67,94	9.457,38 €	0,145578	3630,30	528,49 €
80	69,81	9.717,69 €	0,145578	3734,08	543,60 €
90	72,02	10.025,33 €	0,145578	3820,47	556,18 €
100	73,74	10.264,76 €	0,145578	3893,51	566,81 €
110	76,58	10.660,09 €	0,145578	3955,82	575,88 €
120	78,98	10.994,17 €	0,145578	4009,81	583,74 €
130	81,09	11.287,89 €	0,145578	4057,61	590,70 €
140	83,01	11.555,16 €	0,145578	4099,88	596,85 €

6.2.2 VAN, TIR y PR

Una vez calculados el VAN, TIR y PR de los diferentes espesores (Anexo I) en la tabla 32 se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 32. Resumen VAN, TIR y PR

Espesor aislamiento	VAN	TIR	PR
4 cm	11.136,30 €	5,53%	15,81 años
5 cm	12.274,30 €	5,87%	15,25 años
6 cm	13.040,37 €	6,02%	15,02 años
7 cm	13.652,71 €	6,14%	14,83 años
8 cm	14.053,06 €	6,15%	14,82 años
9 cm	14.295,37 €	6,08%	14,92 años
10 cm	14.520,91 €	6,37%	14,99 años
11 cm	14.522,23 €	5,86%	15,27 años
12 cm	14.531,84 €	5,72%	15,49 años
13 cm	14.542,41 €	5,60%	15,68 años
14 cm	14.549,80 €	5,50%	15,84 años

6.2.3 Análisis de resultados

Analizando los resultados obtenidos desde el punto de vista económico todas las inversiones son aceptables, ya que el VAN es siempre positivo y el TIR siempre supera la tasa de actualización, si bien es cierto, que la inversión deja de ser menos interesante a partir de los 9-10 cm de espesor, donde se produce un aumento progresivo del plazo de retorno, el TIR se reduce gradualmente y el VAN empieza a estabilizarse.

Por lo cual los espesores más aconsejables para realizar la inversión son 90 y 100 mm..

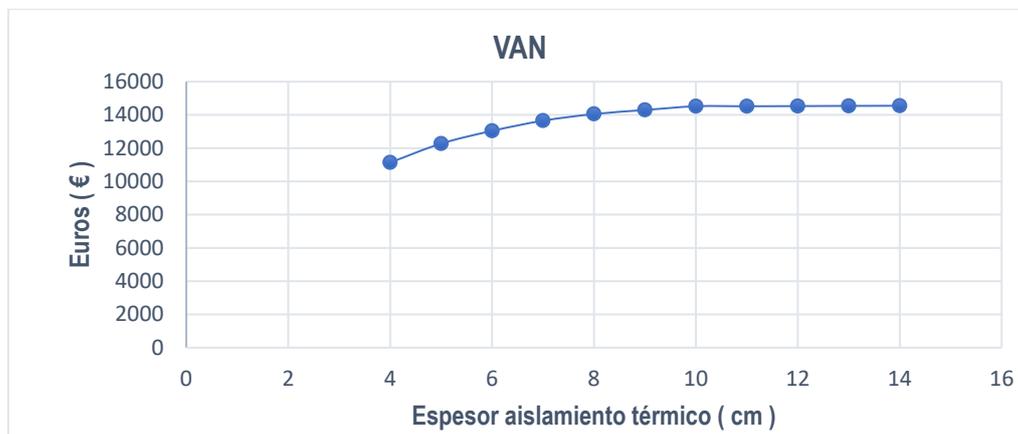


Figura 76. VAN en función del espesor del aislamiento térmico
Fuente: Elaboración propia.

6.2.4 Óptimo económico

Una vez comprobado que dichas inversiones son favorables económicamente, vamos a estudiar el óptimo económico en función del espesor del aislamiento. Para ello se tendrá en cuenta el coste económico total, es decir, el coste de la inversión más el gasto energético en 30 años.

Tabla 33. Coste de la inversión y gasto energético en 30 años.

Espesor aislamiento	Gasto energético HVAC anual (kWh)	Gasto energético HVAC (30 años)	Coste inversión (€)	Coste total (€)
4 cm	742,33 €	22.269,85 €	8.792,00 €	31.061,85 €
5 cm	711,62 €	21.348,74 €	8.996,63 €	30.345,36 €
6 cm	688,15 €	20.644,59 €	9.256,93 €	29.901,52 €
7 cm	669,57 €	20.086,97 €	9.457,38 €	29.544,35 €
8 cm	654,46 €	19.633,73 €	9.717,69 €	29.351,42 €
9 cm	641,88 €	19.256,43 €	10.025,33 €	29.281,76 €
10 cm	631,25 €	18.937,44 €	10.264,76 €	29.202,20 €
11 cm	622,18 €	18.665,31 €	10.660,09 €	29.325,40 €
12 cm	614,32 €	18.429,52 €	10.994,17 €	29.423,69 €
13 cm	607,36 €	18.220,76 €	11.287,89 €	29.508,65 €
14 cm	601,21 €	18.036,15 €	11.555,16 €	29.591,31 €

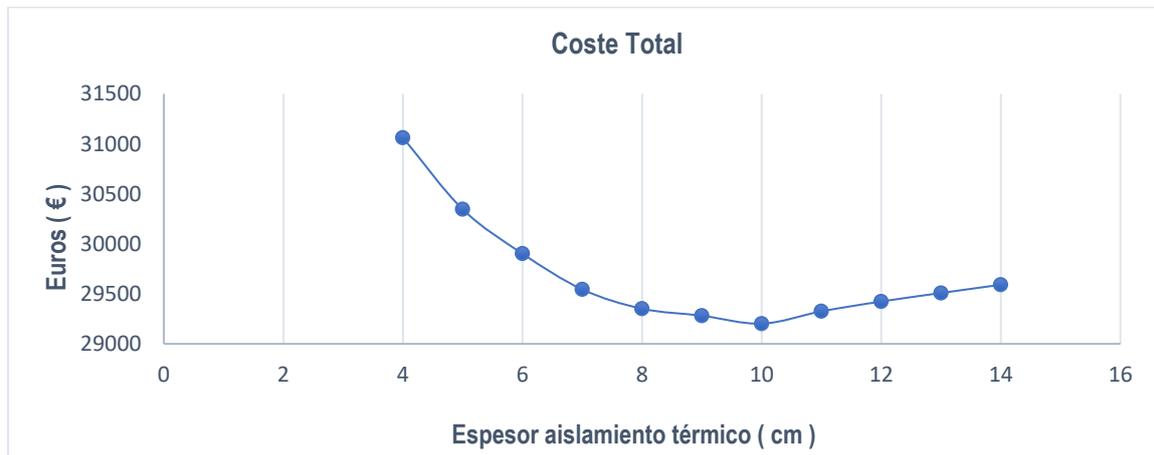


Figura 77 Coste económico (€) de la inversión inicial y el gasto en energía, en función del espesor de aislamiento
Fuente: Elaboración propia

Como podemos ver en la gráfica (Figura 77) a medida que aumentamos el aislamiento térmico se reduce el coste total, hasta llegar a los 10 cm de espesor donde se produce un punto de inflexión aumentando paulatinamente el coste.

Así pues el óptimo económico del coste de la suma de la inversión inicial más el gasto estimado en energía para calefacción y refrigeración durante los 30 años posteriores a la finalización de las obras se obtiene para un espesor de aislamiento de 10 cm.

6.3 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR (TRASDOSADO AUTOPORTANTE).

6.3.1 Coste total inversión y ahorro energético

Tabla 34. Coste total inversión y ahorro energético Trasdosado autoportante.

Espesor aislamiento (mm)	Precio Unitario (m ²)	Coste Total Inversión (€)	Precio electricidad (€/kWh)	Ahorro energético anual HVAC (kWh)	Ahorro energético anual HVAC (€)
30	30,19	4.202,51 €	0,145578	2934,75	427,24 €
45	31,09	4.327,79 €	0,145578	3314,51	482,52 €
65	32,13	4.472,56 €	0,145578	3618,07	526,71 €
85	33,49	4.661,87 €	0,145578	3812,26	554,98 €
100	34,53	4.806,65 €	0,145578	3917,87	570,36 €
120	35,93	5.001,53 €	0,145578	4025,87	586,08 €
140	37,33	5.196,41 €	0,145578	4109,14	598,20 €

6.3.2 VAN, TIR Y PR

Una vez calculados el VAN, TIR y PR de los diferentes espesores (Anexo I) en la tabla 35 se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 35. Resumen VAN, TIR y PR

Espesor aislamiento	VAN	TIR	PR
30 mm	14.479,79 €	12,05%	8,77 años
45 mm	16.772,02 €	13,18%	8,06 años
65 mm	18.559,68 €	13,90%	7,67 años
85 mm	19.606,56 €	14,04%	7,59 años
100 mm	20.134,09 €	14,00%	7,61 años
120 mm	20.626,72 €	13,83%	7,70 años
140 mm	20.961,93 €	13,60%	7,83 años

6.3.3 Análisis de resultados

Según los resultados obtenidos, vemos que se repiten las mismas pautas que al caso anterior, es decir, son inversiones rentables pero a partir de los 85 mm de espesor se produce un cambio de tendencia donde aumenta el periodo de retorno, disminuye el TIR y el VAN empieza a comportarse como una asíntota horizontal.

Por tanto el espesor más aconsejable para realizar la inversión es 85 mm.

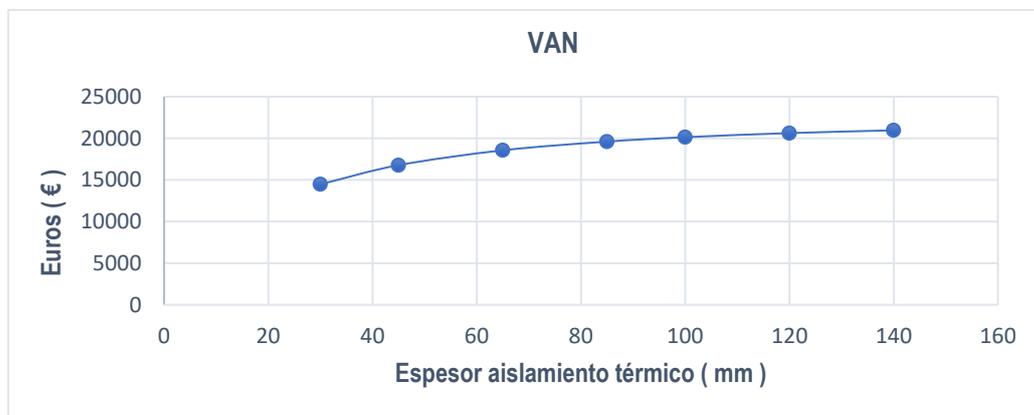


Figura 78. VAN en función del espesor del aislamiento térmico
Fuente: Elaboración propia

6.3.4 Óptimo económico

En este caso no es posible encontrar el óptimo económico ya que al haber limitado el espesor máximo a 140 mm debido a la ocupación de espacio que produce este sistema constructivo, con los espesores que se ha trabajado aún no se ha encontrado el punto de inflexión donde el coste total vuelve a aumentar.

Posiblemente si seguimos aumentando el espesor del aislamiento encontraríamos el punto donde se produce este cambio de tendencia.

Tabla 36. Coste de la inversión y gasto energético en 30 años.

Espesor aislamiento	Gasto energético anual HVAC (kWh)	Gasto energético HVAC (30 años)	Coste inversión (€)	Coste total (€)
30 mm	770,82 €	23.124,67 €	4.202,51 €	27.327,18 €
45 mm	715,54 €	21.466,13 €	4.327,79 €	25.793,92 €
65 mm	671,35 €	20.140,38 €	4.472,56 €	24.612,94 €
85 mm	643,08 €	19.292,29 €	4.661,87 €	23.954,16 €
100 mm	627,70 €	18.831,05 €	4.806,65 €	23.637,70 €
120 mm	611,98 €	18.359,38 €	5.001,53 €	23.360,91 €
140 mm	599,86 €	17.995,71 €	5.196,41 €	23.192,12 €

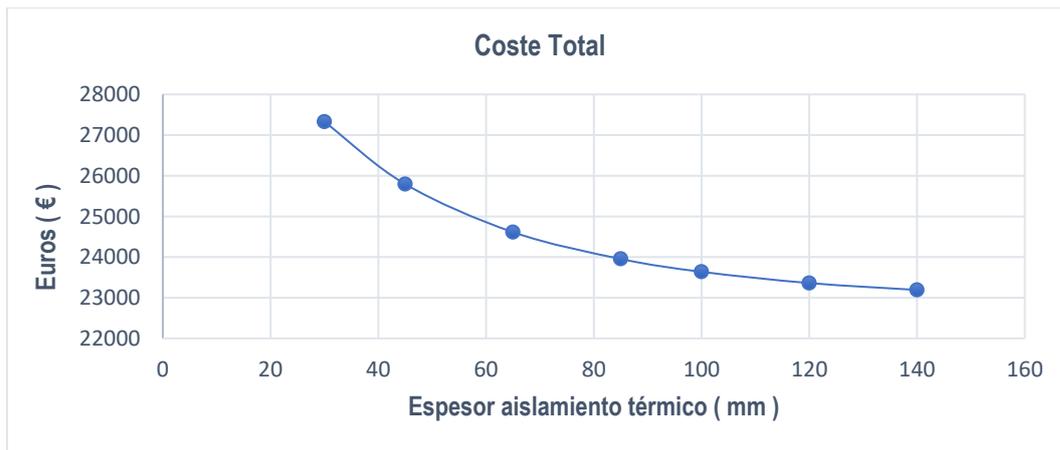


Figura 79 Coste económico (€) de la inversión inicial y el gasto en energía, en función del espesor de aislamiento
Fuente: Elaboración propia

6.4 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA

6.4.1 Coste total inversión y ahorro energético

Tabla 37. Coste total inversión y ahorro energético sustitución marco de PVC y vidrio de baja emisividad

Medida	Coste Total Inversión(€)	Precio electricidad (€/kWh)	Ahorro energético anual HVAC (kWh)	Ahorro energético anual HVAC (€)
Marco PVC + Vidrio baja emisividad	3.912,36 €	0,145578	452,55	65,88 €

6.4.2 VAN, TIR Y PR

Tabla 38. Flujo de caja sustitución marco de PVC y vidrio de baja emisividad.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-3.912,36 €	-3.912,36 €	21	106,86 €	106,86 €	-2.112,54 €
1	67,42 €	67,42 €	-3.844,94 €	22	109,35 €	109,35 €	-2.003,18 €
2	68,99 €	68,99 €	-3.775,96 €	23	111,90 €	111,90 €	-1.891,28 €
3	70,59 €	70,59 €	-3.705,36 €	24	114,51 €	114,51 €	-1.776,78 €
4	72,24 €	72,24 €	-3.633,12 €	25	117,18 €	117,18 €	-1.659,60 €
5	73,92 €	73,92 €	-3.559,20 €	26	119,91 €	119,91 €	-1.539,69 €
6	75,64 €	75,64 €	-3.483,55 €	27	122,70 €	122,70 €	-1.416,99 €
7	77,41 €	77,41 €	-3.406,15 €	28	125,56 €	125,56 €	-1.291,44 €
8	79,21 €	79,21 €	-3.326,94 €	29	128,48 €	128,48 €	-1.162,95 €
9	81,06 €	81,06 €	-3.245,88 €	30	131,48 €	131,48 €	-1.031,48 €
10	82,95 €	82,95 €	-3.162,93 €	31	134,54 €	134,54 €	-896,93 €
11	84,88 €	84,88 €	-3.078,06 €	32	137,68 €	137,68 €	-759,26 €
12	86,86 €	86,86 €	-2.991,20 €	33	140,88 €	140,88 €	-618,37 €
13	88,88 €	88,88 €	-2.902,32 €	34	144,17 €	144,17 €	-474,21 €
14	90,95 €	90,95 €	-2.811,37 €	35	147,53 €	147,53 €	-326,68 €
15	93,07 €	93,07 €	-2.718,30 €	36	150,96 €	150,96 €	-175,72 €
16	95,24 €	95,24 €	-2.623,06 €	37	154,48 €	154,48 €	-21,24 €
17	97,46 €	97,46 €	-2.525,61 €	38	158,08 €	158,08 €	136,84 €
18	99,73 €	99,73 €	-2.425,88 €	39	161,76 €	161,76 €	298,60 €
19	102,05 €	102,05 €	-2.323,83 €	40	165,53 €	165,53 €	464,13 €
20	104,43 €	104,43 €	-2.219,40 €				

VAN	464,13 €
TIR	0,48%
PR	37,13 años

6.4.3 Análisis de resultados

Desde el punto de vista económico esta inversión es la más desfavorable de todas las medidas estudiadas, con un TIR prácticamente nulo y un periodo de retorno cercano a los 40 años.

6.5 ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA MEJORA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN

6.5.1 Coste total inversión y ahorro energético

Tabla 39. Coste total inversión y ahorro energético circuito de radiadores e hidroestufa.

Medidas	Coste total inversión (€)	Ahorro energético anual HVAC (€)
Circuito de radiadores + Hidroestufa	4312,90 €	679,40 €

6.5.2 VAN, TIR Y PR

Tabla 40. Flujo de caja instalación circuito de radiadores e hidroestufa

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.312,90 €	-4.312,90 €	16	982,13 €	982,13 €	8.982,87 €
1	695,23 €	695,23 €	-3.617,67 €	17	1.005,02 €	1.005,02 €	9.987,89 €
2	711,42 €	711,42 €	-2.906,25 €	18	1.028,43 €	1.028,43 €	11.016,32 €
3	728,00 €	728,00 €	-2.178,25 €	19	1.052,40 €	1.052,40 €	12.068,72 €
4	744,96 €	744,96 €	-1.433,28 €	20	1.076,92 €	1.076,92 €	13.145,64 €
5	762,32 €	762,32 €	-670,96 €	21	1.102,01 €	1.102,01 €	14.247,65 €
6	780,08 €	780,08 €	109,12 €	22	1.127,69 €	1.127,69 €	15.375,33 €
7	798,26 €	798,26 €	907,38 €	23	1.153,96 €	1.153,96 €	16.529,30 €
8	816,86 €	816,86 €	1.724,24 €	24	1.180,85 €	1.180,85 €	17.710,15 €
9	835,89 €	835,89 €	2.560,13 €	25	1.208,36 €	1.208,36 €	18.918,51 €
10	855,37 €	855,37 €	3.415,50 €	26	1.236,52 €	1.236,52 €	20.155,03 €
11	875,30 €	875,30 €	4.290,79 €	27	1.265,33 €	1.265,33 €	21.420,36 €
12	895,69 €	895,69 €	5.186,49 €	28	1.294,81 €	1.294,81 €	22.715,17 €
13	916,56 €	916,56 €	6.103,05 €	29	1.324,98 €	1.324,98 €	24.040,15 €
14	937,92 €	937,92 €	7.040,97 €	30	1.355,85 €	1.355,85 €	25.396,00 €
15	959,77 €	959,77 €	8.000,74 €				

VAN	25.396,00 €
TIR	18,24%
PR	5,86 años

6.5.3 Análisis de resultados

Esta medida presenta unos resultados muy positivos, con un TIR relativamente alto y un periodo de retorno de apenas 6 años, siendo muy recomendable realizar dicha inversión.

6.6 COMPARACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

En este apartado se realiza la comparación de las diferentes mejoras propuestas, hay que puntualizar que tanto en el trasdosado autoportante como en el sistema SATE se ha elegido el espesor recomendable.

Si analizamos individualmente todas las inversiones vemos que las más aconsejables son la aplicación de un trasdosado autoportante y la instalación de una hidroestufa presentando ambas propuestas un periodo de retorno relativamente bajo y un ahorro energético considerable.

Por otro lado si comparamos el sistema SATE con el trasdosado autoportante, vemos que este último es la opción más indicada económicamente por diferentes razones:

1. La inversión inicial es menos de la mitad.
2. El ahorro energético es ligeramente superior.
3. El VAN es un 35,02 % superior
4. El TIR es más del doble.
5. El periodo de retorno es casi el doble.

Tabla 41. Comparativo de las diferentes mejoras aplicadas

Medidas	Coste Total (€)	Ahorro energético anual HVAC (€)	VAN	TIR	PR
SATE 100 mm	10.264,76 €	566,81 €	14.520,91 €	6,37%	14,99 años
TRAS. 85 mm	4.661,87 €	554,98 €	19.606,56 €	14,51%	7,59 años
Marco PVC + Vidrio baja emisividad	3.912,36 €	65,88 €	464,13 €	0,48%	37,13 años
Circuito de radiadores + Hidroestufa	4.312,90 €	679,40 €	25.396,70€	18,24%	5,86 años

7 PROPUESTA DE CONJUNTO DE MEJORAS

7.1 INTRODUCCIÓN

Tras haber analizado energética y económicamente las diferentes medidas de manera individual, se propone analizar de manera conjunta las soluciones más destacadas.

El grupo de medidas seleccionadas es el siguiente:

- Marco PVC + Vidrio baja emisividad
- Circuito de radiadores + Hidroestufa
- Trasdoso 85 mm

Tabla 42. Coste total conjunto de mejoras

Medida	Coste inversión (€)
Marco PVC + Vidrio baja emisividad	3.912,36 €
Circuito de radiadores + Hidroestufa	4.312,90 €
Trasdoso 85 mm	4.806,65 €
Coste total	13.031,91 €

7.2 ANÁLISIS CONJUNTO DE MEJORAS

Tabla 43. Resultados del análisis conjunto de mejoras

	Estado actual	Conjunto de mejoras
Consumo calefacción (kWh)	7108,29	3067,5
Consumo refrigeración (kWh)	1121,37	758,35
Consumo total HVAC (kWh)	8229,66	3825,85
Coste energético anual HVAC (€)	1198,06 €	263,77 €
Ahorro energético anual HVAC (%)	-	78%
Emisiones CO ₂ total HVAC (Kg)	6398,56	589,62
Reducción emisiones total HVAC CO ₂ (Kg)	-	5808,94

7.2 VAN, TIR Y PR

Tabla 44. Flujo de caja conjunto de mejoras.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-13.031,91 €	-13.031,91 €	16	1.350,60 €	1.350,60 €	5.252,00 €
1	956,05 €	956,05 €	-12.075,85 €	17	1.382,07 €	1.382,07 €	6.634,07 €
2	978,33 €	978,33 €	-11.097,52 €	18	1.414,27 €	1.414,27 €	8.048,34 €
3	1.001,12 €	1.001,12 €	-10.096,40 €	19	1.447,22 €	1.447,22 €	9.495,56 €
4	1.024,45 €	1.024,45 €	-9.071,95 €	20	1.480,94 €	1.480,94 €	10.976,50 €
5	1.048,32 €	1.048,32 €	-8.023,63 €	21	1.515,45 €	1.515,45 €	12.491,95 €
6	1.072,74 €	1.072,74 €	-6.950,89 €	22	1.550,76 €	1.550,76 €	14.042,71 €
7	1.097,74 €	1.097,74 €	-5.853,15 €	23	1.586,89 €	1.586,89 €	15.629,60 €
8	1.123,32 €	1.123,32 €	-4.729,83 €	24	1.623,87 €	1.623,87 €	17.253,47 €
9	1.149,49 €	1.149,49 €	-3.580,34 €	25	1.661,70 €	1.661,70 €	18.915,17 €
10	1.176,27 €	1.176,27 €	-2.404,07 €	26	1.700,42 €	1.700,42 €	20.615,59 €
11	1.203,68 €	1.203,68 €	-1.200,39 €	27	1.740,04 €	1.740,04 €	22.355,63 €
12	1.231,73 €	1.231,73 €	31,34 €	28	1.780,58 €	1.780,58 €	24.136,21 €
13	1.260,43 €	1.260,43 €	1.291,77 €	29	1.822,07 €	1.822,07 €	25.958,28 €
14	1.289,79 €	1.289,79 €	2.581,56 €	30	1.864,52 €	1.864,52 €	27.822,80 €
15	1.319,85 €	1.319,85 €	3.901,41 €				

VAN	27.822,80 €
TIR	8,34%
PR	11,97 años

7.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El conjunto de mejoras propuesto presenta unos resultados muy positivos con un ahorro energético del 78 % lo que supone que la inversión total queda amortizada en un periodo de tiempo relativamente corto (12 años).

Otro punto importante al aplicar dichas medidas, es que se consigue reducir las emisiones de CO₂ de manera considerable (91%).

8. CERTIFICADO ENERGÉTICO

Una vez analizados todos los resultados, y teniendo claro el conjunto de medidas más idóneo para reducir la demanda energética de nuestra edificación, se decide valorar la calificación energética entre el estado actual de la vivienda y el conjunto de mejoras propuesto.

Para obtener la etiqueta energética se ha utilizado la herramienta unificada LIDER-CALENER, ya que DesignBuilder a día de hoy no contempla esta opción pero si permite exportar un fichero a formato LIDER, con el cual obtenemos fácilmente dicha etiqueta.

Comparando ambas etiquetas (Figura 80 y 81) vemos que hemos mejorado ostensiblemente la calificación energética de la vivienda, por lo que respecta al consumo de energía primaria no renovable, la letra de la clasificación mejora hasta una letra B, reduciéndose el consumo en un 25,7 %.

Por lo que se refiere las emisiones totales de CO₂ pasamos de los 69,37 kgCO₂/m² a los 17,82 kgCO₂/m² llegando a alcanzar una clase C.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

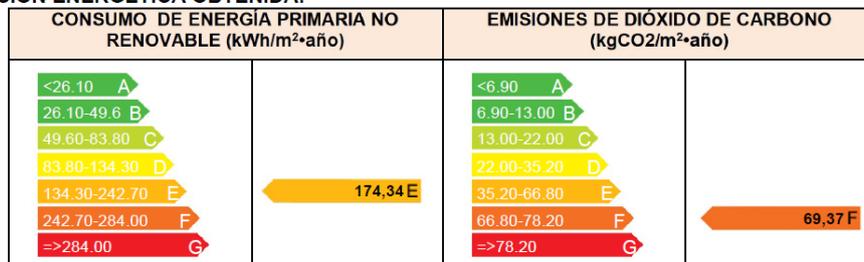


Figura 80 Calificación energética vivienda actual
Fuente: HULC

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

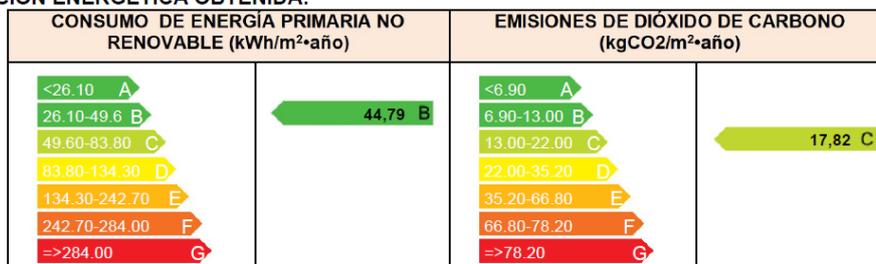


Figura 81 Calificación energética vivienda con conjunto de mejoras
Fuente: HULC

9 CONCLUSIONES

Una vez realizado este TFG se pueden obtener diferentes conclusiones que pueden ser extrapolables a situaciones similares.

En primer lugar, se ha comprobado que la demanda energética de la vivienda actual es bastante elevada, debido principalmente a su nulo aislamiento térmico en sus cerramientos verticales. Este dato es muy significativo, ya que nos da a entender que en nuestro país edificaciones contemporáneas o anteriores a ella, presentan importantes carencias desde el punto de vista energético.

Por otro lado, una vez analizado los resultados obtenidos queda patente la estrecha relación que existe entre la demanda energética de una vivienda y su envolvente térmica. A lo largo de este proyecto se ha visto como a medida que aplicábamos las diferentes mejoras en el cerramiento del edificio, se producía una significativa reducción del consumo energético y emisiones de CO₂.

Llegados a este punto se ha estudiado también el efecto que tenía sobre el consumo energético la acción de aumentar progresivamente el aislamiento térmico de dos de las soluciones propuestas (SATE y Trasdoso). De este análisis se ha observado que, si bien es cierto que a medida que aumentamos el aislamiento se reduce la demanda energética de climatización, llega un punto en que esta relación se estabiliza obteniendo un óptimo tanto energética como económicamente.

Otro aspecto a tener en cuenta es la importancia de la utilización de energías renovables para satisfacer las demandas de climatización y ACS, ya que, aunque no supone una disminución en la demanda energética, si se consigue un importante ahorro energético y cero emisiones de CO₂ si lo comparamos con el empleo de energía eléctrica.

Se ha analizado la viabilidad económica de las soluciones adoptadas, llegando a la conclusión que aunque se tarden algunos años en recuperar la inversión, a medio plazo supondrán un importante ahorro económico, consiguiendo además un habitáculo más confortable térmicamente y con menores emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro punto a tener en cuenta ha sido comparar la calificación energética entre la vivienda actual y el conjunto de medidas propuestas, ya que ha corroborado la necesidad de mejorar energéticamente la edificación para adecuarla a las nuevas exigencias de ahorro y eficiencia energética.

Personalmente una vez acabado este TFG y viendo la situación actual del parque edificatorio, hace pensar que queda un largo camino para ajustarse a las exigencias establecidas por la Unión Europea en cuanto a eficiencia energética, y sobre todo un duro trabajo para concienciar a las personas de la importancia de una construcción sostenible respetuosa con el medio ambiente.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (s.f.). Obtenido de <http://www.espaciomasabierto.com/eficiencia-energetica-parte-i-antecedentes-historicos/>
- *Eurosat*. (s.f.). Obtenido de www.eurosat.es
- *Ministerio de Industria, Energía y Turismo*. (s.f.). Obtenido de www.minetur.gob.es
- *Catastro*. (s.f.). Obtenido de www.catastro.meh.es
- *Certificados energéticos*. (s.f.). Obtenido de <https://www.certificadosenergeticos.com>
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS. (1992). Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- DIRECTIVA (UE) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. (21 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00210-00230.pdf>
- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios. (18 de Junio de 2010). (153), 13 a 35. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>
- DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, (14 de Noviembre de 2012). (315), páginas 1 a 56 . Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>
- Documento Básico HE, Ahorro de energía. (2017). Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>
- García, A. O. (2017). *Manual de ayuda DesignBuilder*. México: Solarq. Obtenido de <https://ecoeficiente.es/descargas-designbuilder/#toggle-id-2>

- *Generador de precios.* (s.f.). Obtenido de <http://www.generadordeprecios.info/>
- GONZALEZ, F. J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias.* Madrid: MUNILLALERIA.
- *Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas.* (2008). Obtenido de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-rehabilitacion-energetica-de-edificios-de-viviendas-fenercom.pdf>
- GUÍA RESUMIDA DEL QUINTO INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC. (2015). Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.* (s.f.). Obtenido de www.idae.es
- Menéndez, H. G. (2014). *Restauración y rehabilitación, Rehabilitación energética de edificios.* Madrid: Tornapunta Ediciones.
- Plan de energías renovables 2011-2020. (2011). Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf
- PLAN NACIONAL DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. (2017). Obtenido de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_neeap_2017_es.pdf
- Ponce, J. (s.f.). *Cálculo Tasa Interna de Rentabilidad, TIR, de las Medidas de Ahorro Energética, MAE.* Obtenido de <http://javiponce-formatec.blogspot.com/2016/09/calculo-tasa-interna-de-rentabilidad.html>
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (29 de Agosto de 2007). Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. (13 de Mayo de 2013). (89). Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-3904-consolidado.pdf>

- Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. (31 de Enero de 2007). Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/01/19/47/dof/spa/pdf>
- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas. (13 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2016/02/13/pdfs/BOE-A-2016-1460.pdf>
- Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. (6 de Junio de 2017). (134), 45935 a 45937. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2017/06/06/pdfs/BOE-A-2017-6350.pdf>
- *Saint-Gobain*. (s.f.). Obtenido de <https://es.saint-gobain-building-glass.com/>
- *Ursa*. (s.f.). Obtenido de <https://www.ursa.es/>
- Wassouf, M. (2015). *De la casa pasiva al estándar passivhaus, la arquitectura pasiva en climas cálidos*. Barcelona: Gustavo Gili,SL.
- Zabalza Bribián, I. A. (2011). *Ecodiseño en la edificación (Serie Eficiencia Energética)*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.



ANEXOS

ANEXO I CÁLCULO VAN-TIR-PR SATE

Tipo de mejora	SATE 4 cm
----------------	-----------

Tabla 45. Flujo de caja SATE 4 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-8.792,00 €	-8.792,00 €	16	658,80 €	658,80 €	126,61 €
1	466,35 €	466,35 €	-8.325,65 €	17	674,15 €	674,15 €	800,76 €
2	477,21 €	477,21 €	-7.848,44 €	18	689,86 €	689,86 €	1.490,62 €
3	488,33 €	488,33 €	-7.360,10 €	19	705,93 €	705,93 €	2.196,55 €
4	499,71 €	499,71 €	-6.860,39 €	20	722,38 €	722,38 €	2.918,93 €
5	511,35 €	511,35 €	-6.349,04 €	21	739,21 €	739,21 €	3.658,15 €
6	523,27 €	523,27 €	-5.825,77 €	22	756,44 €	756,44 €	4.414,58 €
7	535,46 €	535,46 €	-5.290,31 €	23	774,06 €	774,06 €	5.188,64 €
8	547,94 €	547,94 €	-4.742,37 €	24	792,10 €	792,10 €	5.980,74 €
9	560,70 €	560,70 €	-4.181,67 €	25	810,55 €	810,55 €	6.791,29 €
10	573,77 €	573,77 €	-3.607,90 €	26	829,44 €	829,44 €	7.620,73 €
11	587,14 €	587,14 €	-3.020,77 €	27	848,76 €	848,76 €	8.469,49 €
12	600,82 €	600,82 €	-2.419,95 €	28	868,54 €	868,54 €	9.338,03 €
13	614,82 €	614,82 €	-1.805,13 €	29	888,78 €	888,78 €	10.226,81 €
14	629,14 €	629,14 €	-1.175,99 €	30	909,49 €	909,49 €	11.136,30 €
15	643,80 €	643,80 €	-532,19 €				

VAN	11.136,30 €
TIR	5,53%
PR	15,81 años

Tipo de mejora	SATE 5 cm
----------------	-----------

Tabla 46. Flujo de caja SATE 5 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-8.996,63 €	-8.996,63 €	16	703,19 €	703,19 €	522,86 €
1	497,77 €	497,77 €	-8.498,86 €	17	719,57 €	719,57 €	1.242,43 €
2	509,36 €	509,36 €	-7.989,49 €	18	736,34 €	736,34 €	1.978,77 €
3	521,23 €	521,23 €	-7.468,26 €	19	753,49 €	753,49 €	2.732,26 €
4	533,38 €	533,38 €	-6.934,88 €	20	771,05 €	771,05 €	3.503,31 €
5	545,81 €	545,81 €	-6.389,08 €	21	789,02 €	789,02 €	4.292,32 €
6	558,52 €	558,52 €	-5.830,56 €	22	807,40 €	807,40 €	5.099,72 €
7	571,54 €	571,54 €	-5.259,02 €	23	826,21 €	826,21 €	5.925,93 €
8	584,85 €	584,85 €	-4.674,17 €	24	845,46 €	845,46 €	6.771,40 €
9	598,48 €	598,48 €	-4.075,69 €	25	865,16 €	865,16 €	7.636,56 €
10	612,42 €	612,42 €	-3.463,26 €	26	885,32 €	885,32 €	8.521,88 €
11	626,69 €	626,69 €	-2.836,57 €	27	905,95 €	905,95 €	9.427,83 €
12	641,30 €	641,30 €	-2.195,27 €	28	927,06 €	927,06 €	10.354,88 €
13	656,24 €	656,24 €	-1.539,03 €	29	948,66 €	948,66 €	11.303,54 €
14	671,53 €	671,53 €	-867,50 €	30	970,76 €	970,76 €	12.274,30 €
15	687,18 €	687,18 €	-180,33 €				

VAN	12.274,30 €
TIR	5,87%
PR	15,25 años

Tipo de mejora	SATE 6 cm
----------------	-----------

Tabla 47. Flujo de caja SATE 6 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-9.256,93 €	-9.256,93 €	16	737,12 €	737,12 €	721,89 €
1	521,79 €	521,79 €	-8.735,15 €	17	754,29 €	754,29 €	1.476,18 €
2	533,94 €	533,94 €	-8.201,21 €	18	771,87 €	771,87 €	2.248,05 €
3	546,38 €	546,38 €	-7.654,82 €	19	789,85 €	789,85 €	3.037,90 €
4	559,11 €	559,11 €	-7.095,71 €	20	808,25 €	808,25 €	3.846,15 €
5	572,14 €	572,14 €	-6.523,57 €	21	827,09 €	827,09 €	4.673,24 €
6	585,47 €	585,47 €	-5.938,09 €	22	846,36 €	846,36 €	5.519,60 €
7	599,11 €	599,11 €	-5.338,98 €	23	866,08 €	866,08 €	6.385,68 €
8	613,07 €	613,07 €	-4.725,90 €	24	886,26 €	886,26 €	7.271,93 €
9	627,36 €	627,36 €	-4.098,55 €	25	906,91 €	906,91 €	8.178,84 €
10	641,98 €	641,98 €	-3.456,57 €	26	928,04 €	928,04 €	9.106,88 €
11	656,93 €	656,93 €	-2.799,64 €	27	949,66 €	949,66 €	10.056,54 €
12	672,24 €	672,24 €	-2.127,40 €	28	971,79 €	971,79 €	11.028,33 €
13	687,90 €	687,90 €	-1.439,49 €	29	994,43 €	994,43 €	12.022,76 €
14	703,93 €	703,93 €	-735,56 €	30	1.017,60 €	1.017,60 €	13.040,37 €
15	720,33 €	720,33 €	-15,23 €				

VAN	13.040,37 €
TIR	6,02%
PR	15,02 años

Tipo de mejora	SATE 7 cm
----------------	-----------

Tabla 48. Flujo de caja SATE 7 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-9.457,38 €	-9.457,38 €	16	763,99 €	763,99 €	885,19 €
1	540,81 €	540,81 €	-8.916,58 €	17	781,79 €	781,79 €	1.666,98 €
2	553,41 €	553,41 €	-8.363,17 €	18	800,00 €	800,00 €	2.466,98 €
3	566,30 €	566,30 €	-7.796,87 €	19	818,64 €	818,64 €	3.285,63 €
4	579,50 €	579,50 €	-7.217,38 €	20	837,72 €	837,72 €	4.123,34 €
5	593,00 €	593,00 €	-6.624,38 €	21	857,24 €	857,24 €	4.980,58 €
6	606,81 €	606,81 €	-6.017,56 €	22	877,21 €	877,21 €	5.857,79 €
7	620,95 €	620,95 €	-5.396,61 €	23	897,65 €	897,65 €	6.755,44 €
8	635,42 €	635,42 €	-4.761,19 €	24	918,56 €	918,56 €	7.674,00 €
9	650,23 €	650,23 €	-4.110,96 €	25	939,97 €	939,97 €	8.613,97 €
10	665,38 €	665,38 €	-3.445,58 €	26	961,87 €	961,87 €	9.575,84 €
11	680,88 €	680,88 €	-2.764,70 €	27	984,28 €	984,28 €	10.560,12 €
12	696,75 €	696,75 €	-2.067,96 €	28	1.007,21 €	1.007,21 €	11.567,33 €
13	712,98 €	712,98 €	-1.354,98 €	29	1.030,68 €	1.030,68 €	12.598,01 €
14	729,59 €	729,59 €	-625,39 €	30	1.054,70 €	1.054,70 €	13.652,71 €
15	746,59 €	746,59 €	121,20 €				

VAN	13.652,71 €
TIR	6,14%
PR	14,83 años

Tipo de mejora	SATE 8 cm
-----------------------	-----------

Tabla 49. Flujo de caja SATE 8 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-9.717,69 €	-9.717,69 €	16	785,83 €	785,83 €	920,55 €
1	556,27 €	556,27 €	-9.161,43 €	17	804,14 €	804,14 €	1.724,69 €
2	569,23 €	569,23 €	-8.592,20 €	18	822,87 €	822,87 €	2.547,56 €
3	582,49 €	582,49 €	-8.009,71 €	19	842,05 €	842,05 €	3.389,60 €
4	596,06 €	596,06 €	-7.413,65 €	20	861,67 €	861,67 €	4.251,27 €
5	609,95 €	609,95 €	-6.803,70 €	21	881,74 €	881,74 €	5.133,01 €
6	624,16 €	624,16 €	-6.179,54 €	22	902,29 €	902,29 €	6.035,30 €
7	638,70 €	638,70 €	-5.540,83 €	23	923,31 €	923,31 €	6.958,61 €
8	653,59 €	653,59 €	-4.887,24 €	24	944,82 €	944,82 €	7.903,43 €
9	668,82 €	668,82 €	-4.218,43 €	25	966,84 €	966,84 €	8.870,27 €
10	684,40 €	684,40 €	-3.534,03 €	26	989,37 €	989,37 €	9.859,64 €
11	700,35 €	700,35 €	-2.833,69 €	27	1.012,42 €	1.012,42 €	10.872,06 €
12	716,66 €	716,66 €	-2.117,02 €	28	1.036,01 €	1.036,01 €	11.908,06 €
13	733,36 €	733,36 €	-1.383,66 €	29	1.060,15 €	1.060,15 €	12.968,21 €
14	750,45 €	750,45 €	-633,21 €	30	1.084,85 €	1.084,85 €	14.053,06 €
15	767,93 €	767,93 €	134,72 €				

VAN	14.053,06 €
TIR	6,15%
PR	14,82 años

Tipo de mejora	SATE 9 cm
-----------------------	-----------

Tabla 50. Flujo de caja SATE 9 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-10.025,33 €	-10.025,33 €	16	804,01 €	804,01 €	859,03 €
1	569,14 €	569,14 €	-9.456,19 €	17	822,74 €	822,74 €	1.681,78 €
2	582,40 €	582,40 €	-8.873,80 €	18	841,91 €	841,91 €	2.523,69 €
3	595,97 €	595,97 €	-8.277,83 €	19	861,53 €	861,53 €	3.385,21 €
4	609,85 €	609,85 €	-7.667,98 €	20	881,60 €	881,60 €	4.266,81 €
5	624,06 €	624,06 €	-7.043,92 €	21	902,14 €	902,14 €	5.168,96 €
6	638,60 €	638,60 €	-6.405,31 €	22	923,16 €	923,16 €	6.092,12 €
7	653,48 €	653,48 €	-5.751,83 €	23	944,67 €	944,67 €	7.036,79 €
8	668,71 €	668,71 €	-5.083,13 €	24	966,68 €	966,68 €	8.003,47 €
9	684,29 €	684,29 €	-4.398,84 €	25	989,21 €	989,21 €	8.992,68 €
10	700,23 €	700,23 €	-3.698,60 €	26	1.012,25 €	1.012,25 €	10.004,93 €
11	716,55 €	716,55 €	-2.982,06 €	27	1.035,84 €	1.035,84 €	11.040,77 €
12	733,24 €	733,24 €	-2.248,81 €	28	1.059,98 €	1.059,98 €	12.100,75 €
13	750,33 €	750,33 €	-1.498,48 €	29	1.084,67 €	1.084,67 €	13.185,42 €
14	767,81 €	767,81 €	-730,67 €	30	1.109,95 €	1.109,95 €	14.295,37 €
15	785,70 €	785,70 €	55,03 €				

VAN	14.295,37 €
TIR	6,08%
PR	14,92 años

Tipo de mejora	SATE 10 cm
----------------	------------

Tabla 51. Flujo de caja SATE 10 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-10.264,76 €	-10.264,76 €	16	819,38 €	819,38 €	827,69 €
1	580,02 €	580,02 €	-9.684,74 €	17	838,47 €	838,47 €	1.666,16 €
2	593,53 €	593,53 €	-9.091,21 €	18	858,01 €	858,01 €	2.524,17 €
3	607,36 €	607,36 €	-8.483,85 €	19	878,00 €	878,00 €	3.402,17 €
4	621,51 €	621,51 €	-7.862,34 €	20	898,46 €	898,46 €	4.300,62 €
5	635,99 €	635,99 €	-7.226,35 €	21	919,39 €	919,39 €	5.220,01 €
6	650,81 €	650,81 €	-6.575,53 €	22	940,81 €	940,81 €	6.160,83 €
7	665,97 €	665,97 €	-5.909,56 €	23	962,73 €	962,73 €	7.123,56 €
8	681,49 €	681,49 €	-5.228,07 €	24	985,16 €	985,16 €	8.108,72 €
9	697,37 €	697,37 €	-4.530,70 €	25	1.008,12 €	1.008,12 €	9.116,84 €
10	713,62 €	713,62 €	-3.817,08 €	26	1.031,61 €	1.031,61 €	10.148,45 €
11	730,25 €	730,25 €	-3.086,83 €	27	1.055,64 €	1.055,64 €	11.204,09 €
12	747,26 €	747,26 €	-2.339,57 €	28	1.080,24 €	1.080,24 €	12.284,33 €
13	764,67 €	764,67 €	-1.574,90 €	29	1.105,41 €	1.105,41 €	13.389,74 €
14	782,49 €	782,49 €	-792,41 €	30	1.131,17 €	1.131,17 €	14.520,91 €
15	800,72 €	800,72 €	8,32 €				

VAN	14.520,91 €
TIR	6,04%
PR	14,99 años

Tipo de mejora	SATE 11 cm
----------------	------------

Tabla 52. Flujo de caja SATE 11 cm espesor

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-10.660,09 €	-10.660,09 €	16	832,49 €	832,49 €	609,88 €
1	589,30 €	589,30 €	-10.070,79 €	17	851,89 €	851,89 €	1.461,77 €
2	603,03 €	603,03 €	-9.467,76 €	18	871,74 €	871,74 €	2.333,51 €
3	617,08 €	617,08 €	-8.850,68 €	19	892,05 €	892,05 €	3.225,55 €
4	631,46 €	631,46 €	-8.219,22 €	20	912,83 €	912,83 €	4.138,39 €
5	646,17 €	646,17 €	-7.573,05 €	21	934,10 €	934,10 €	5.072,49 €
6	661,23 €	661,23 €	-6.911,83 €	22	955,87 €	955,87 €	6.028,36 €
7	676,63 €	676,63 €	-6.235,19 €	23	978,14 €	978,14 €	7.006,50 €
8	692,40 €	692,40 €	-5.542,80 €	24	1.000,93 €	1.000,93 €	8.007,43 €
9	708,53 €	708,53 €	-4.834,27 €	25	1.024,25 €	1.024,25 €	9.031,68 €
10	725,04 €	725,04 €	-4.109,23 €	26	1.048,12 €	1.048,12 €	10.079,80 €
11	741,93 €	741,93 €	-3.367,29 €	27	1.072,54 €	1.072,54 €	11.152,33 €
12	759,22 €	759,22 €	-2.608,07 €	28	1.097,53 €	1.097,53 €	12.249,86 €
13	776,91 €	776,91 €	-1.831,16 €	29	1.123,10 €	1.123,10 €	13.372,96 €
14	795,01 €	795,01 €	-1.036,15 €	30	1.149,27 €	1.149,27 €	14.522,23 €
15	813,54 €	813,54 €	-222,61 €				

VAN	14.522,23 €
TIR	5,86%
PR	15,27 años

Tipo de mejora	SATE 12 cm
----------------	------------

Tabla 53. Flujo de caja SATE 12 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-10.994,17 €	-10.994,17 €	16	843,85 €	843,85 €	429,61 €
1	597,34 €	597,34 €	-10.396,83 €	17	863,52 €	863,52 €	1.293,13 €
2	611,26 €	611,26 €	-9.785,57 €	18	883,64 €	883,64 €	2.176,76 €
3	625,50 €	625,50 €	-9.160,07 €	19	904,22 €	904,22 €	3.080,98 €
4	640,08 €	640,08 €	-8.520,00 €	20	925,29 €	925,29 €	4.006,28 €
5	654,99 €	654,99 €	-7.865,01 €	21	946,85 €	946,85 €	4.953,13 €
6	670,25 €	670,25 €	-7.194,76 €	22	968,91 €	968,91 €	5.922,04 €
7	685,87 €	685,87 €	-6.508,89 €	23	991,49 €	991,49 €	6.913,53 €
8	701,85 €	701,85 €	-5.807,04 €	24	1.014,59 €	1.014,59 €	7.928,12 €
9	718,20 €	718,20 €	-5.088,84 €	25	1.038,23 €	1.038,23 €	8.966,35 €
10	734,94 €	734,94 €	-4.353,90 €	26	1.062,42 €	1.062,42 €	10.028,77 €
11	752,06 €	752,06 €	-3.601,84 €	27	1.087,18 €	1.087,18 €	11.115,95 €
12	769,58 €	769,58 €	-2.832,26 €	28	1.112,51 €	1.112,51 €	12.228,46 €
13	787,51 €	787,51 €	-2.044,75 €	29	1.138,43 €	1.138,43 €	13.366,89 €
14	805,86 €	805,86 €	-1.238,88 €	30	1.164,95 €	1.164,95 €	14.531,84 €
15	824,64 €	824,64 €	-414,24 €				

VAN	14.531,84 €
TIR	5,72%
PR	15,49 años

Tipo de mejora	SATE 13 cm
----------------	------------

Tabla 54. Flujo de caja SATE 13 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-11.287,89 €	-11.287,89 €	16	853,91 €	853,91 €	272,07 €
1	604,46 €	604,46 €	-10.683,43 €	17	873,81 €	873,81 €	1.145,88 €
2	618,55 €	618,55 €	-10.064,88 €	18	894,17 €	894,17 €	2.040,05 €
3	632,96 €	632,96 €	-9.431,92 €	19	915,00 €	915,00 €	2.955,06 €
4	647,71 €	647,71 €	-8.784,22 €	20	936,32 €	936,32 €	3.891,38 €
5	662,80 €	662,80 €	-8.121,42 €	21	958,14 €	958,14 €	4.849,52 €
6	678,24 €	678,24 €	-7.443,18 €	22	980,46 €	980,46 €	5.829,98 €
7	694,04 €	694,04 €	-6.749,14 €	23	1.003,31 €	1.003,31 €	6.833,29 €
8	710,22 €	710,22 €	-6.038,92 €	24	1.026,69 €	1.026,69 €	7.859,97 €
9	726,76 €	726,76 €	-5.312,16 €	25	1.050,61 €	1.050,61 €	8.910,58 €
10	743,70 €	743,70 €	-4.568,46 €	26	1.075,09 €	1.075,09 €	9.985,67 €
11	761,02 €	761,02 €	-3.807,44 €	27	1.100,14 €	1.100,14 €	11.085,80 €
12	778,76 €	778,76 €	-3.028,68 €	28	1.125,77 €	1.125,77 €	12.211,57 €
13	796,90 €	796,90 €	-2.231,78 €	29	1.152,00 €	1.152,00 €	13.363,57 €
14	815,47 €	815,47 €	-1.416,31 €	30	1.178,84 €	1.178,84 €	14.542,41 €
15	834,47 €	834,47 €	-581,84 €				

VAN	14.542,41 €
TIR	5,60%
PR	15,68 años

Tipo de mejora

SATE 14 cm

Tabla 55. Flujo de caja SATE 14 cm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-11.549,59 €	-11.549,59 €	16	862,81 €	862,81 €	130,80 €
1	610,76 €	610,76 €	-10.938,83 €	17	882,91 €	882,91 €	1.013,71 €
2	624,99 €	624,99 €	-10.313,84 €	18	903,48 €	903,48 €	1.917,20 €
3	639,55 €	639,55 €	-9.674,29 €	19	924,54 €	924,54 €	2.841,73 €
4	654,45 €	654,45 €	-9.019,84 €	20	946,08 €	946,08 €	3.787,81 €
5	669,70 €	669,70 €	-8.350,13 €	21	968,12 €	968,12 €	4.755,93 €
6	685,31 €	685,31 €	-7.664,83 €	22	990,68 €	990,68 €	5.746,61 €
7	701,27 €	701,27 €	-6.963,55 €	23	1.013,76 €	1.013,76 €	6.760,37 €
8	717,61 €	717,61 €	-6.245,94 €	24	1.037,38 €	1.037,38 €	7.797,75 €
9	734,33 €	734,33 €	-5.511,61 €	25	1.061,55 €	1.061,55 €	8.859,30 €
10	751,44 €	751,44 €	-4.760,16 €	26	1.086,29 €	1.086,29 €	9.945,58 €
11	768,95 €	768,95 €	-3.991,21 €	27	1.111,60 €	1.111,60 €	11.057,18 €
12	786,87 €	786,87 €	-3.204,34 €	28	1.137,50 €	1.137,50 €	12.194,68 €
13	805,20 €	805,20 €	-2.399,14 €	29	1.164,00 €	1.164,00 €	13.358,68 €
14	823,96 €	823,96 €	-1.575,17 €	30	1.191,12 €	1.191,12 €	14.549,80 €
15	843,16 €	843,16 €	-732,01 €				

VAN	14.549,80 €
TIR	5,50%
PR	15,84

ANEXO II CÁLCULO VAN-TIR-PR TRASDOSADO

Tipo de mejora	Trasdosado 30 mm
----------------	------------------

Tabla 56. Flujo de caja trasdosado 30 mm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.202,51 €	-4.202,51 €	16	617,61 €	617,61 €	4.158,47 €
1	437,19 €	437,19 €	-3.765,32 €	17	632,00 €	632,00 €	4.790,47 €
2	447,38 €	447,38 €	-3.317,94 €	18	646,73 €	646,73 €	5.437,20 €
3	457,80 €	457,80 €	-2.860,14 €	19	661,79 €	661,79 €	6.099,00 €
4	468,47 €	468,47 €	-2.391,68 €	20	677,21 €	677,21 €	6.776,21 €
5	479,38 €	479,38 €	-1.912,29 €	21	692,99 €	692,99 €	7.469,20 €
6	490,55 €	490,55 €	-1.421,74 €	22	709,14 €	709,14 €	8.178,34 €
7	501,98 €	501,98 €	-919,76 €	23	725,66 €	725,66 €	8.904,01 €
8	513,68 €	513,68 €	-406,08 €	24	742,57 €	742,57 €	9.646,58 €
9	525,65 €	525,65 €	119,56 €	25	759,87 €	759,87 €	10.406,45 €
10	537,89 €	537,89 €	657,46 €	26	777,58 €	777,58 €	11.184,03 €
11	550,43 €	550,43 €	1.207,88 €	27	795,70 €	795,70 €	11.979,73 €
12	563,25 €	563,25 €	1.771,14 €	28	814,24 €	814,24 €	12.793,96 €
13	576,38 €	576,38 €	2.347,51 €	29	833,21 €	833,21 €	13.627,17 €
14	589,81 €	589,81 €	2.937,32 €	30	852,62 €	852,62 €	14.479,79 €
15	603,55 €	603,55 €	3.540,86 €				

VAN	14.479,79 €
TIR	12,05%
PR	8,77 años

Tipo de mejora	Trasdosado 45 mm
----------------	------------------

Tabla 57. Flujo de caja trasdosado 45 mm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.327,79 €	-4.327,79 €	16	697,53 €	697,53 €	5.115,11 €
1	493,76 €	493,76 €	-3.834,03 €	17	713,78 €	713,78 €	5.828,89 €
2	505,27 €	505,27 €	-3.328,76 €	18	730,41 €	730,41 €	6.559,31 €
3	517,04 €	517,04 €	-2.811,72 €	19	747,43 €	747,43 €	7.306,74 €
4	529,09 €	529,09 €	-2.282,63 €	20	764,85 €	764,85 €	8.071,59 €
5	541,41 €	541,41 €	-1.741,22 €	21	782,67 €	782,67 €	8.854,25 €
6	554,03 €	554,03 €	-1.187,19 €	22	800,90 €	800,90 €	9.655,16 €
7	566,94 €	566,94 €	-620,25 €	23	819,57 €	819,57 €	10.474,72 €
8	580,15 €	580,15 €	-40,10 €	24	838,66 €	838,66 €	11.313,38 €
9	593,67 €	593,67 €	553,56 €	25	858,20 €	858,20 €	12.171,59 €
10	607,50 €	607,50 €	1.161,06 €	26	878,20 €	878,20 €	13.049,78 €
11	621,65 €	621,65 €	1.782,71 €	27	898,66 €	898,66 €	13.948,44 €
12	636,14 €	636,14 €	2.418,85 €	28	919,60 €	919,60 €	14.868,04 €
13	650,96 €	650,96 €	3.069,81 €	29	941,03 €	941,03 €	15.809,07 €
14	666,13 €	666,13 €	3.735,94 €	30	962,95 €	962,95 €	16.772,02 €
15	681,65 €	681,65 €	4.417,58 €				

VAN	16.772,02 €
TIR	13,18%
PR	8,06 años

Tipo de mejora	Trasdosado 65 mm
----------------	------------------

Tabla 58. Flujo de caja trasdosado 65 mm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.472,56 €	-4.472,56 €	16	761,41 €	761,41 €	5.835,17 €
1	538,98 €	538,98 €	-3.933,58 €	17	779,15 €	779,15 €	6.614,33 €
2	551,54 €	551,54 €	-3.382,03 €	18	797,31 €	797,31 €	7.411,63 €
3	564,39 €	564,39 €	-2.817,64 €	19	815,89 €	815,89 €	8.227,52 €
4	577,54 €	577,54 €	-2.240,10 €	20	834,90 €	834,90 €	9.062,42 €
5	591,00 €	591,00 €	-1.649,10 €	21	854,35 €	854,35 €	9.916,76 €
6	604,77 €	604,77 €	-1.044,33 €	22	874,26 €	874,26 €	10.791,02 €
7	618,86 €	618,86 €	-425,47 €	23	894,63 €	894,63 €	11.685,64 €
8	633,28 €	633,28 €	207,82 €	24	915,47 €	915,47 €	12.601,11 €
9	648,04 €	648,04 €	855,85 €	25	936,80 €	936,80 €	13.537,92 €
10	663,14 €	663,14 €	1.518,99 €	26	958,63 €	958,63 €	14.496,54 €
11	678,59 €	678,59 €	2.197,57 €	27	980,96 €	980,96 €	15.477,51 €
12	694,40 €	694,40 €	2.891,97 €	28	1.003,82 €	1.003,82 €	16.481,33 €
13	710,58 €	710,58 €	3.602,55 €	29	1.027,21 €	1.027,21 €	17.508,54 €
14	727,13 €	727,13 €	4.329,68 €	30	1.051,14 €	1.051,14 €	18.559,68 €
15	744,08 €	744,08 €	5.073,76 €				

VAN	18.559,68 €
TIR	13,90%
PR	7,67 años

Tipo de mejora	Trasdosado 85 mm
----------------	------------------

Tabla 59. Flujo de caja trasdosado 85 mm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.661,87 €	-4.661,87 €	16	802,28 €	802,28 €	6.199,10 €
1	567,91 €	567,91 €	-4.093,96 €	17	820,97 €	820,97 €	7.020,07 €
2	581,14 €	581,14 €	-3.512,82 €	18	840,10 €	840,10 €	7.860,17 €
3	594,69 €	594,69 €	-2.918,13 €	19	859,68 €	859,68 €	8.719,85 €
4	608,54 €	608,54 €	-2.309,59 €	20	879,71 €	879,71 €	9.599,55 €
5	622,72 €	622,72 €	-1.686,87 €	21	900,20 €	900,20 €	10.499,76 €
6	637,23 €	637,23 €	-1.049,64 €	22	921,18 €	921,18 €	11.420,94 €
7	652,08 €	652,08 €	-397,56 €	23	942,64 €	942,64 €	12.363,58 €
8	667,27 €	667,27 €	269,71 €	24	964,61 €	964,61 €	13.328,18 €
9	682,82 €	682,82 €	952,52 €	25	987,08 €	987,08 €	14.315,26 €
10	698,73 €	698,73 €	1.651,25 €	26	1.010,08 €	1.010,08 €	15.325,34 €
11	715,01 €	715,01 €	2.366,26 €	27	1.033,61 €	1.033,61 €	16.358,96 €
12	731,67 €	731,67 €	3.097,93 €	28	1.057,70 €	1.057,70 €	17.416,66 €
13	748,72 €	748,72 €	3.846,64 €	29	1.082,34 €	1.082,34 €	18.499,00 €
14	766,16 €	766,16 €	4.612,81 €	30	1.107,56 €	1.107,56 €	19.606,56 €
15	784,01 €	784,01 €	5.396,82 €				

VAN	19.606,56 €
TIR	14,04%
PR	7,59 años

Tipo de mejora

Trasdosado 100 mm

 Tabla 60. *Flujo de caja trasdosado 100 mm espesor.*

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-4.806,65 €	-4.806,65 €	16	824,51 €	824,51 €	6.355,21 €
1	583,64 €	583,64 €	-4.223,00 €	17	843,72 €	843,72 €	7.198,92 €
2	597,24 €	597,24 €	-3.625,76 €	18	863,37 €	863,37 €	8.062,30 €
3	611,16 €	611,16 €	-3.014,60 €	19	883,49 €	883,49 €	8.945,79 €
4	625,40 €	625,40 €	-2.389,20 €	20	904,08 €	904,08 €	9.849,86 €
5	639,97 €	639,97 €	-1.749,23 €	21	925,14 €	925,14 €	10.775,01 €
6	654,88 €	654,88 €	-1.094,34 €	22	946,70 €	946,70 €	11.721,70 €
7	670,14 €	670,14 €	-424,20 €	23	968,76 €	968,76 €	12.690,46 €
8	685,76 €	685,76 €	261,56 €	24	991,33 €	991,33 €	13.681,79 €
9	701,73 €	701,73 €	963,29 €	25	1.014,43 €	1.014,43 €	14.696,21 €
10	718,08 €	718,08 €	1.681,37 €	26	1.038,06 €	1.038,06 €	15.734,27 €
11	734,82 €	734,82 €	2.416,19 €	27	1.062,25 €	1.062,25 €	16.796,52 €
12	751,94 €	751,94 €	3.168,13 €	28	1.087,00 €	1.087,00 €	17.883,52 €
13	769,46 €	769,46 €	3.937,58 €	29	1.112,33 €	1.112,33 €	18.995,85 €
14	787,39 €	787,39 €	4.724,97 €	30	1.138,24 €	1.138,24 €	20.134,09 €
15	805,73 €	805,73 €	5.530,70 €				

VAN	20.134,09 €
TIR	14,00%
PR	7,61 años

Tipo de mejora

Trasdosado 120 mm

 Tabla 61. *Flujo de caja trasdosado 120 mm espesor.*

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-5.001,53 €	-5.001,53 €	16	847,23 €	847,23 €	6.468,01 €
1	599,73 €	599,73 €	-4.401,79 €	17	866,97 €	866,97 €	7.334,98 €
2	613,71 €	613,71 €	-3.788,09 €	18	887,17 €	887,17 €	8.222,16 €
3	628,01 €	628,01 €	-3.160,08 €	19	907,85 €	907,85 €	9.130,00 €
4	642,64 €	642,64 €	-2.517,44 €	20	929,00 €	929,00 €	10.059,00 €
5	657,61 €	657,61 €	-1.859,83 €	21	950,64 €	950,64 €	11.009,65 €
6	672,94 €	672,94 €	-1.186,89 €	22	972,79 €	972,79 €	11.982,44 €
7	688,61 €	688,61 €	-498,28 €	23	995,46 €	995,46 €	12.977,90 €
8	704,66 €	704,66 €	206,38 €	24	1.018,65 €	1.018,65 €	13.996,56 €
9	721,08 €	721,08 €	927,46 €	25	1.042,39 €	1.042,39 €	15.038,94 €
10	737,88 €	737,88 €	1.665,34 €	26	1.066,68 €	1.066,68 €	16.105,62 €
11	755,07 €	755,07 €	2.420,41 €	27	1.091,53 €	1.091,53 €	17.197,15 €
12	772,66 €	772,66 €	3.193,08 €	28	1.116,96 €	1.116,96 €	18.314,11 €
13	790,67 €	790,67 €	3.983,74 €	29	1.142,99 €	1.142,99 €	19.457,10 €
14	809,09 €	809,09 €	4.792,83 €	30	1.169,62 €	1.169,62 €	20.626,72 €
15	827,94 €	827,94 €	5.620,78 €				

VAN	20.626,72 €
TIR	13,83%
PR	7,70 años

Tipo de mejora	Trasdosado 140 mm
----------------	-------------------

Tabla 62. Flujo de caja trasdosado 140 mm espesor.

Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización	Periodo	Ahorro energético	Flujo de caja	Amortización
0		-5.196,41 €	-5.196,41 €	16	864,76 €	864,76 €	6.510,36 €
1	612,14 €	612,14 €	-4.584,27 €	17	884,91 €	884,91 €	7.395,27 €
2	626,40 €	626,40 €	-3.957,87 €	18	905,52 €	905,52 €	8.300,79 €
3	641,00 €	641,00 €	-3.316,87 €	19	926,62 €	926,62 €	9.227,41 €
4	655,93 €	655,93 €	-2.660,94 €	20	948,21 €	948,21 €	10.175,63 €
5	671,21 €	671,21 €	-1.989,73 €	21	970,31 €	970,31 €	11.145,93 €
6	686,85 €	686,85 €	-1.302,87 €	22	992,92 €	992,92 €	12.138,85 €
7	702,86 €	702,86 €	-600,02 €	23	1.016,05 €	1.016,05 €	13.154,90 €
8	719,23 €	719,23 €	119,22 €	24	1.039,72 €	1.039,72 €	14.194,62 €
9	735,99 €	735,99 €	855,21 €	25	1.063,95 €	1.063,95 €	15.258,57 €
10	753,14 €	753,14 €	1.608,35 €	26	1.088,74 €	1.088,74 €	16.347,31 €
11	770,69 €	770,69 €	2.379,04 €	27	1.114,11 €	1.114,11 €	17.461,42 €
12	788,65 €	788,65 €	3.167,69 €	28	1.140,07 €	1.140,07 €	18.601,49 €
13	807,02 €	807,02 €	3.974,71 €	29	1.166,63 €	1.166,63 €	19.768,12 €
14	825,83 €	825,83 €	4.800,54 €	30	1.193,81 €	1.193,81 €	20.961,93 €
15	845,07 €	845,07 €	5.645,60 €				

VAN	20.961,93 €
TIR	13,60%
PR	7,83 años



ANEXO III CERTIFICACIÓN ENERGETICA

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Proyecto convertido desde Energyplus		
Dirección	C/ Camí Putxet nº 3		
Municipio	Palma de Mallorca	Código Postal	07010
Provincia	Islas Baleares	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
Zona climática	B3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	-	Código Postal	-
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<26.10 A		<6.90 A	
26.10-49.6 B		6.90-13.00 B	
49.60-83.80 C		13.00-22.00 C	
83.80-134.30 D		22.00-35.20 D	
134.30-242.70 E	174,34 E	35.20-66.80 E	
242.70-284.00 F		66.80-78.20 F	69,37 F
=>284.00 G		=>78.20 G	

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 02/09/2019

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 Organismo Territorial Competente:

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	E	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	A
	49,54		2,71	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	B	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	B
	7,73		9,87	

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 ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	69,37	7817,53
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	-	-

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			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	D	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	123,25		6,82	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	A
	19,44		24,82	

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/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El 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.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Proyecto convertido desde Energyplus		
Dirección	C/ Camí Putxet nº 3		
Municipio	Palma de Mallorca	Código Postal	07010
Provincia	Islas Baleares	Comunidad Autónoma	Islas Baleares
Zona climática	B3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	-	Código Postal	-
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	- Seleccione de la lista -
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·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 02/09/2019

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 Organismo Territorial Competente:

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	17,82 C		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	-	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	A
	-	-	2,71	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	B
	5,23	-	9,87	-

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 ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	17,82	2008,6
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	-	-

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			
	44,79 B		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	-	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	-	-	6,82	-
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	A
	13,14	-	24,82	-

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		
		25,25 C	13,44 B
		<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>
		-	-
		-	-
		-	-
		-	-

¹El 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 IV PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

MEJORA CARPINTERIA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 CARPINTERÍA Y VIDRIOS									
01.01	<p>u Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING" 1200x1200 mm</p> <p>Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x1200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K)</p>						4,00	333,77	1.335,08
01.02	<p>u Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING" 2000x1300 mm</p> <p>Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K).</p>						1,00	394,63	394,63
01.03	<p>u Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING" 2000x2000 mm</p> <p>Puerta de PVC, serie Premiline "KÖMMERLING", cuatro hojas correderas, dimensiones 2000x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color 654 Blanco, perfiles soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3$ W/(m²K).</p>						1,00	585,84	585,84
01.04	<p>u Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING" 1000x1000 mm</p> <p>Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x1000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K)</p>						1,00	311,19	311,19
01.05	<p>u Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING" 1000x800 mm</p> <p>Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja abatible con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x800 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K);</p>						1,00	188,74	188,74
01.06	<p>m² Doble acristalamiento "SAINT GOBAIN" 4/16/4</p> <p>Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/16 argón 90%/4 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara rellena con gas argón, de 16 mm, y vidrio interior PLANICLEAR de 4 mm de espesor.</p>						14,26	76,92	1.096,88
TOTAL CAPÍTULO 01 CARPINTERÍA Y VIDRIOS.....								3.912,36	
TOTAL.....								3.912,36	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

MEJORA CALEFACCIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 CALEFACCIÓN									
01.01	u Instalación calefacción Instalación completa de calefacción de calefacción para 10 puntos de calor y 90 elementos, radiadores de aluminio Ferroli Europa 800 C y termostato inalámbrico.						1,00	2.693,90	2.693,90
01.02	u Estufa de pellets Lasian HYDRO SIGMA Basic 15 kW Estufa de pellets Lasian SIGMA Basic, 15 kW, seguridad anti-de?agración y sistema cristal limpio para funcionar con calefacción por radiadores o suelo radiante.						1,00	1.619,00	1.619,00
TOTAL CAPÍTULO 01 CALEFACCIÓN									4.312,90
TOTAL									4.312,90



ANEXO V FICHAS TÉCNICAS

sistema **weber.therm etics**

sistema de aislamiento térmico exterior para fachadas (tipo SATE / ETICS) en base placas de poliestireno expandido (EPS/EPS Grafito) Y placas de poliestireno extruido (XPS)



- Sistema SATE tradicional para la renovación de fachadas
- Excelente aislamiento térmico
- Fácil puesta en obra, sistema en base placas aislantes de EPS prefabricadas
- Elevada resistencia superficial al impacto mecánico especialmente en acabados minerales en capa gruesa



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
1. APLICACIONES	2
2. VARIANTES Y COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA	2
3. CONDICIONES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DEL sistema weber.therm etics	3
4. APLICACIÓN DEL sistema weber.therm etics	4
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES	12

1. APLICACIONES

El **sistema weber.therm etics** es un sistema de aislamiento térmico por el exterior tipo SATE/ETICS en base placas aislantes prefabricadas de EPS/EPS Grafito o XPS y revestidas, que atiende a la necesidad de renovación de las fachadas en base a criterios energéticos aportando una imagen renovada al conjunto del edificio.

El **sistema weber.therm etics** es el sistema de aislamiento térmico tipo SATE (ETICS) más conocido y extendido. Se trata de un sistema de aislamiento previsto para el aislamiento externo de muros verticales nuevos o ya existentes, y superficies horizontales o inclinadas que no estén expuestas a precipitaciones. El sistema no es un elemento constructivo capaz de soportar cargas, no contribuye directamente a la estabilidad del muro sobre el cual es instalado, pero puede contribuir a su durabilidad ya que proporciona una protección adicional contra la acción ambiental de los agentes atmosféricos, y no está previsto para asegurar el sellado hermético contra el aire en estructuras constructivas, y no es un elemento constructivo.

El sistema está compuesto en placas de poliestireno expandido (EPS/EPS Grafito) estabilizadas o placas de poliestireno extruido (XPS), y revestido con alguna de las propuestas siguientes: mineral en capa fina (**weber.cal flexibe**) y orgánico (**gama weber.tene**). En la puesta en obra del sistema se deben tener en cuenta una serie de factores clave especificados en la presente Ficha de aplicación del sistema, garantizando con ello la calidad del sistema, que otorgará la impermeabilidad y protección a la fachada.

El **sistema weber.therm etics** es ideal en aquellas fachadas de rehabilitación u obra nueva, en las que sea necesario una actuación de mejora energética.

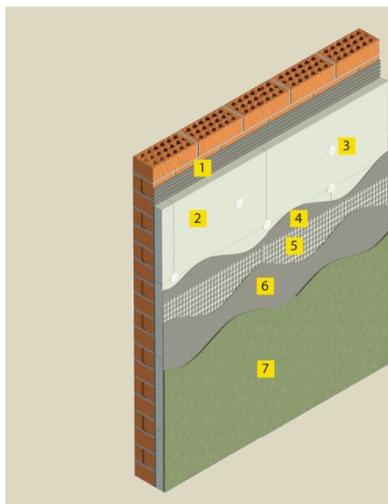
- En edificios de nueva construcción que desde su proyección tratan de contribuir en la reducción del consumo energético incrementando la capacidad aislante de las zonas opacas de su envolvente y de ofrecer un acabado de altas prestaciones y estético.
- En rehabilitación mejora del aislamiento térmico de las partes opacas de la fachada para la reducción de las pérdidas de energía a través de ellas y de los puentes térmicos en la envolvente, resolviendo así, en algunos casos, los posibles problemas de humedad por condensación, con acabados de altas prestaciones que aportan impermeabilidad, resistencia a la fisuración y con amplias posibilidades estéticas de acabado.

Soportes admisibles:

- Soportes planos y resistentes en rehabilitación: enfoscados, revestimientos cerámicos u otros, previa consulta a nuestro Departamento Técnico.
- Soportes nuevos, resistentes y con una superficie plana: bloque cerámico (ladrillo), bloque de hormigón, mortero de enfoscado, bloque **Arliblock**[®], hormigón.

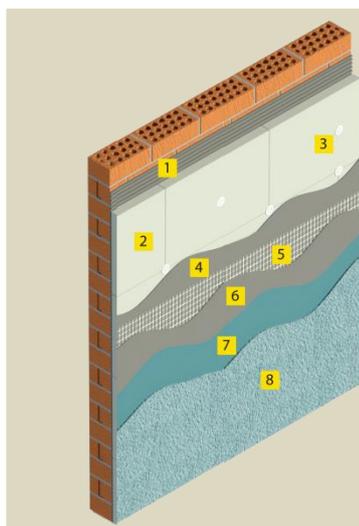
Observación: existe la posibilidad de utilización de **weber.therm placa EPS grafito** con una capacidad de aislamiento mayor, y **weber.therm placa XPS**.

sistema weber.therm etics acabado mineral en capa fina



1. Mortero de adhesión: **weber.therm base**
2. Placa aislante: **weber.therm placa EPS**
weber.therm placa EPS Grafito
weber.therm placa XPS
3. Fijación mecánica: **weber.therm espiga H3**
4. Mortero de regularización: **weber.therm base blanco**
5. Malla de refuerzo: **weber.therm malla 160**
6. Mortero de regularización: **weber.therm base blanco**
7. Revestimiento mineral: **weber.cal flexible**

sistema weber.therm etics acabado orgánico



1. Mortero de adhesión y de regularización: **weber.therm base**
2. Placa aislante: **weber.therm placa EPS**
weber.therm placa EPS Grafito
weber.therm placa XPS
3. Fijación mecánica: **weber.therm espiga H3**
4. Mortero de adhesión y de regularización: **weber.therm base**
5. Malla de refuerzo: **weber.therm malla 160**
6. Mortero de adhesión y de regularización: **weber.therm base**
7. Imprimación: **weber CS plus**
8. Revestimiento orgánico: **gama weber.tene**

3. CONDICIONES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DEL sistema weber.therm etics

El procedimiento de aplicación descrito en esta Ficha Técnica implica el seguimiento de las siguientes condiciones generales de utilización:

- Se deberán respetar las juntas de dilatación existentes en el edificio, mediante los procedimientos de ejecución adecuados;
- No aplicar el sistema en fachadas con una inclinación inferior a 45°;
- No aplicar los morteros con una temperatura ambiente inferior a 5°C y superiores a 30°C.
- No iniciar la aplicación del sistema sobre soportes en los que no haya transcurrido el tiempo de curado necesario desde el final de su ejecución (p.e. 1 mes en el caso de soportes de material cerámico y 2 meses en el caso de bloques de hormigón o arcilla aligerada), para que tengan las condiciones de estabilidad, secado y resistencia adecuados;
- Durante la instalación del sistema, es recomendable proteger la fachada de la radiación directa del sol mediante la utilización de lonas de protección colocadas en los andamios;

- Los materiales no deberán ser aplicados en caso de viento intenso, o bien previsión de lluvia o nieve durante el periodo de secado de los morteros;
- Es indispensable la utilización de materiales y componentes compatibles recomendados y suministrados por **Weber** para garantizar la calidad del sistema;
- Los trabajos deberán ser ejecutados por personal cualificado, con el asesoramiento y supervisión adecuados.

4. APLICACIÓN DEL sistema **weber.therm etics**

4.1. Preparación del soporte

En obra nueva, los soportes deberán presentar una superficie plana (fábrica cerámica, hormigón o mortero de enfoscado) sin irregularidades significativas o desniveles superiores a 1 cm bajo una regla de 2m, con la resistencia adecuada para soportar el revestimiento y que haya transcurrido el tiempo de curado necesario desde el final de su ejecución para que reúna las condiciones de estabilidad adecuadas (p.e. 1 mes en el caso de soportes de material cerámico y 2 meses en el caso de bloques de hormigón o arcilla aligerados).

En el caso de tener un mortero de enfoscado u hormigón, comprobar la limpieza y consistencia de la superficie. Los soportes deberán ser normalmente absorbentes, consistentes y exentos de polvo o desencofrantes.

En obras de rehabilitación, los soportes deberán ser comprobados desde el punto de vista de su consistencia, envejecimiento y fisuración, debiendo ser retiradas las zonas que no tengan buenas condiciones y reparándolas posteriormente. También deberán ser eliminados todos los restos de suciedad y contaminación existentes en la superficie, como puedan ser acumulaciones de suciedad o proliferaciones de microorganismos (hongos o moho), mediante la aplicación de un agente desinfectante (p.e. lejía) y el lavado posterior con agua limpia a presión (que será necesaria para garantizar la eliminación de los restos de suciedad y agente de limpieza).

Los soportes de hormigón deteriorados deberán ser reparados con un mortero de reparación estructural (**weber.tec hormiplus**, **weber.tec hormirep** o **weber.tec hormiestetic** dependiendo del grado de afectación), incluyendo el tratamiento de las armaduras en caso necesario con la imprimación antióxido **weber FR**. Reparar las zonas fisuradas, siempre que las fisuras sean estables y tengan una apertura superior a 2 mm.

Estos trabajos de adecuación del soporte deben realizarse de manera concienzuda, ya que el éxito de la intervención vendrá directamente condicionado con esta acción.

4.2. Arranque del sistema desde suelo

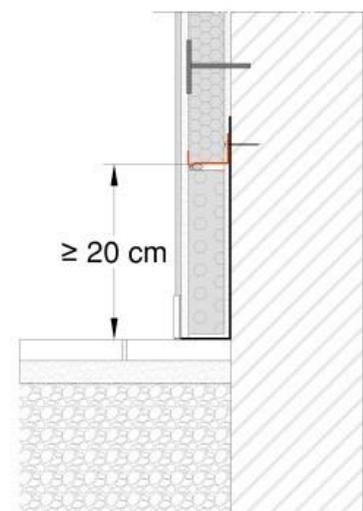
El sistema se puede arrancar por encima del nivel de suelo (4.2.1.), o bien dar continuidad al sistema de aislamiento térmico de las paredes enterradas, manteniendo el espesor de las placas aislantes o bien continuando con un espesor superior (4.2.2.).

- 4.2.1.** Arranque por encima del nivel de suelo, el **sistema weber.therm etics**, deberá ser limitado en todo su contorno inferior por un perfil de aluminio **weber.therm perfil arranque** de espesor adecuado a las placas aislantes. Este perfil cumple con una doble función, por un lado sirve de nivel de referencia para el inicio del montaje del sistema (garantizando su horizontalidad y el apoyo de la primera hilera de placas), por otro sirve de protección inferior del mismo contra la penetración de la humedad y de agentes externos.

El perfil de arranque deberá posicionarse por lo menos a 15 – 20 cm del suelo, para que el sistema de aislamiento no entre en contacto directo con el suelo. El perfil deberá ser colocado en posición horizontal, utilizando para su fijación tornillos de zinc y tacos adecuados al soporte, con una distancia de fijación entre ellos inferior a 30 cm, y colocando una fijación a menos de 5 cm en los extremos. En las uniones entre perfiles deberá existir un espacio de 2 – 3 mm para permitir su dilatación.

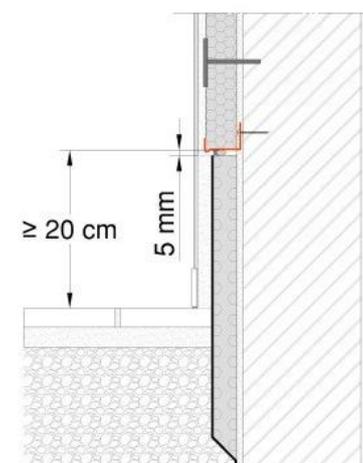


La zona donde se colocará el perfil de arranque se debe encontrar perfectamente regularizada para que éste asiente perfectamente contra el soporte, se puede utilizar, por ejemplo, un mortero regularizador e impermeabilizante **weber.tec imper G** o **weber.tec imper F**, además se debe impermeabilizar el soporte con un mortero impermeabilizante **weber.tec imperflex**, 10 cm por encima del nivel donde se colocará el perfil y hasta la zona de contacto con el suelo previamente a la colocación del perfil, evitando así la penetración de humedad en el sistema a través del soporte debido a la ascensión capilar, hasta las placas aislantes.



- 4.2.2. Continuidad del sistema de aislamiento de pared enterrada, la placa aislante del SATE puede ser apoyada en la placa aislante del sistema de aislamiento enterrado (realizado, por ejemplo, con poliestireno extruido XPS) si tiene el mismo espesor, a partir de una cota por lo menos 20 cm por encima del nivel del suelo; si el espesor de la placa aislante fuese superior al de la placa de la zona enterrada, se deberá colocar un perfil de arranque de acuerdo con lo descrito en el punto 4.2.1., creando una junta de separación por lo menos de 5 mm con la placa del sistema enterrado, sellando con material elástico e impermeable del tipo **weber.flex P100**.

Una vez impermeabilizado el soporte de acuerdo con lo descrito en el punto 4.2.1, y revestidas las placas con **weber.therm base** reforzado con malla, se deberá impermeabilizar la zona enterrada de la pared del SATE aplicando un mortero impermeabilizante **weber.tec imperflex** o mortero bituminoso tipo **weber.tec 915** desde unos 15-20 cm por debajo del arranque de las placas y hasta unos 15-20 cm por encima del nivel del suelo.



4.3. Montaje de las placas aislantes

Las placas aislantes deberán ser montadas de abajo para arriba, apoyando cada hilera de placas sobre la anterior, excepto la primera que apoya sobre el perfil de arranque. Las placas aislantes serán adheridas al soporte con el mortero polimérico de altas prestaciones **weber.therm base** aplicado en el reverso de las placas.

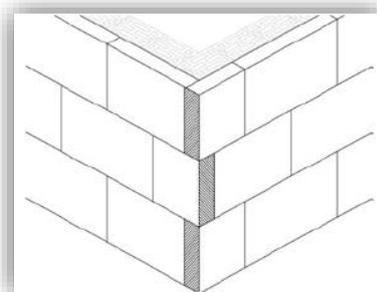
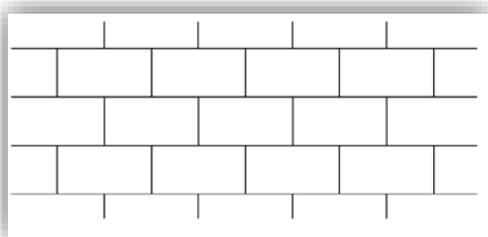


Sobre soportes planos, el mortero de adhesión se puede aplicar en toda la superficie de la placa, con una llana dentada (de dientes de 9-10 mm). Pudiendo ser necesario aplicar también mortero en el soporte, en caso que exista en éste alguna irregularidad que dificulte el contacto perfecto con la placa (comprobar la planimetría de las placas y que el mortero de adhesión de la placa está en contacto con el soporte en la totalidad de la superficie).



Las placas se pueden adherir mediante cordón perimetral de unos 5 cm de ancho y unos 3 cm de espesor, y tres pegotes centrales, asegurando siempre una adhesión mínima del 40% de la superficie de la placa.

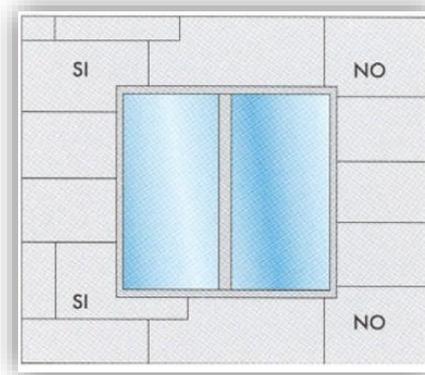
Las placas deben ser colocadas en posición horizontal en filas sucesivas, de abajo a arriba, a rompe-juntas en relación con la hilera anterior. Del mismo modo en las esquinas, los extremos de las placas deberán ser alternados, para mejorar el trabamamiento del sistema.



Las placas serán colocadas inmediatamente después de la aplicación del adhesivo, y se colocarán en su posición final, presionando contra el soporte con la ayuda de una llana con el objetivo que el mortero de adhesión se extienda, ajustando los bordes y planimetría a las placas adyacentes de modo que no haya holguras entre placas y eliminando los restos de material existentes en los bordes.

La verticalidad y la planimetría de cada placa deberán ser permanentemente comprobadas, mediante el uso de una regla de 2 metros y el nivel correspondiente. La planimetría de la placa colocada se debe ajustar a las de las placas contiguas dejando una superficie plana, sin desniveles en los bordes de placas superiores a 2 – 3 mm. En caso contrario, estas irregularidades serán eliminadas por alisamiento (p.e. con llana de púas o una lija de grano grande), y eliminar los residuos resultantes.

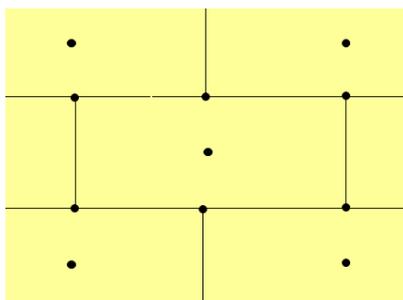
Las placas en las esquinas de huecos deberán estar colocadas de tal manera que se evite el alineamiento de los bordes de la placa con el plano horizontal o vertical del hueco, realizando los cantos mediante la colocación de una placa cortada en forma de "L" envolviendo todo el canto. Este detalle contribuirá a disminuir la tendencia a la formación de fisuras en este punto singular.



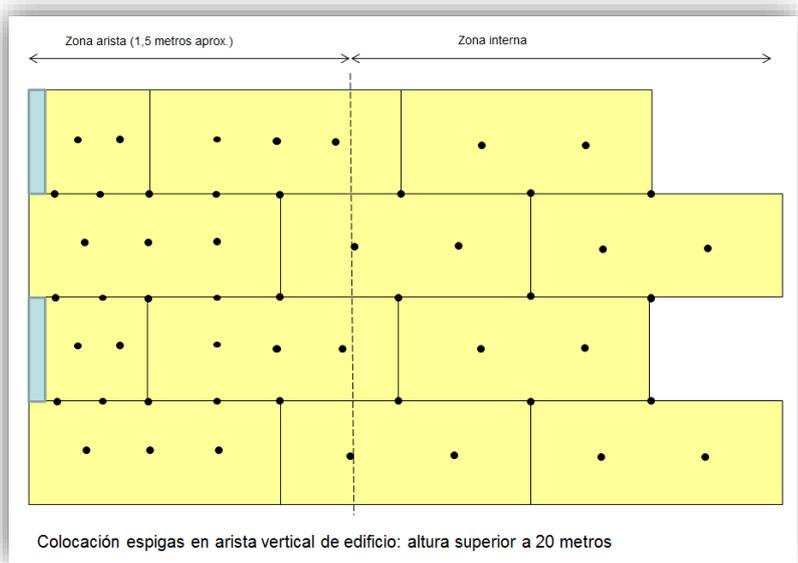
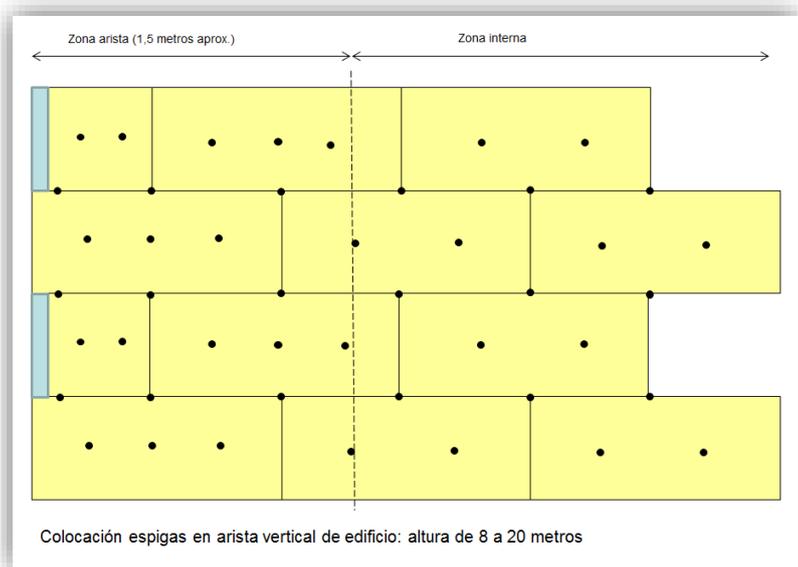
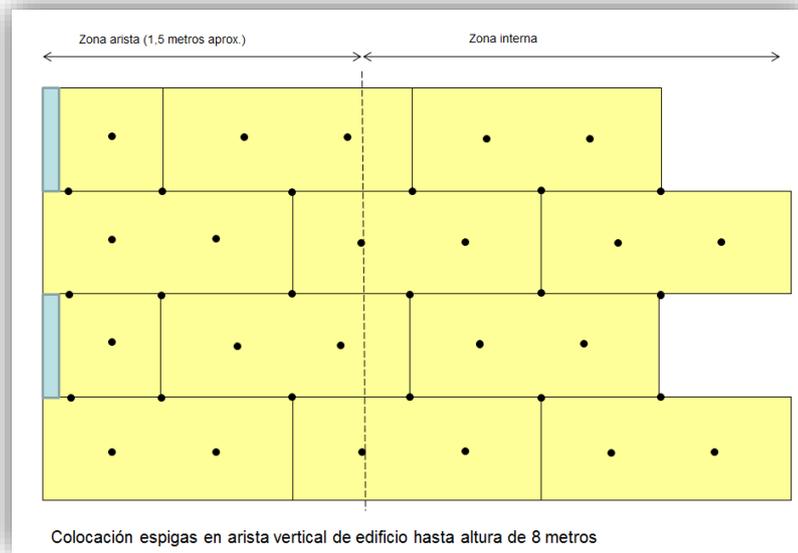
Nota importante: la colocación de las placas aislantes es uno de los aspectos más importantes, sobre todo se debe tener en cuenta mantener la planimetría de éstas, ya que en caso contrario los resultados serán defectos globales de planimetría en la fachada, que provocarán dificultades en la aplicación del revestimiento final. Las capas de regularización no deben ser utilizadas para resolver defectos graves de planimetría, ya que puede originar la aparición de otras patologías (fisuras, ondulaciones, etc).

4.4. Fijación mecánica de las placas aislantes

La fijación mecánica de las placas aislantes se realizará mediante la utilización de **weber.therm espiga H3**, anclajes mecánicos expansivos, que serán colocadas después del endurecimiento del mortero de adhesión, en una cantidad mínima de 6 unidades por cada metro cuadrado, y que serán incrementadas en función a la elevación y de la exposición al viento, especialmente en el canto del edificio. Las espigas deberán estar adecuadas al tipo de soporte y del espesor del material aislante (ver información complementaria en la página 16).



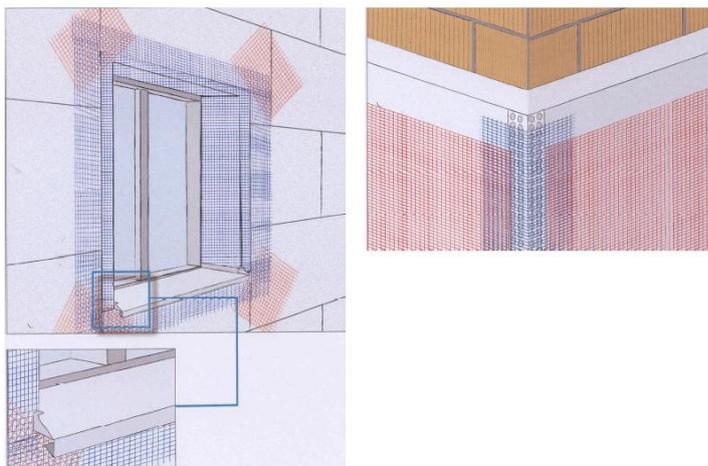
La cabeza circular de las espigas deberá ser presionada de modo que quede enrasada con la superficie de la placa aislante, para no tener salientes en el plano de la placa. Las pequeñas cavidades resultantes de las hendiduras deberán ser posteriormente rellenadas con mortero de regularización, en una operación previa al revestimiento de las placas.



4.5. Refuerzo de jambas, dinteles y esquinas de huecos

El sistema de aislamiento térmico deberá envolver las jambas y dinteles de ventanas y puertas con el objetivo de minimizar los puentes térmicos. El remate del sistema con el marco se realizará con una junta que se sellará con un cordón de sellador elástico e impermeable tipo mástico **weber flex P100** cuando el revestimiento final esté colocado.

Antes de la aplicación de la primera mano de mortero regularizador, se deberán reforzar las esquinas de huecos mediante tiras de malla a 45° de unos 20 x 40 cm colocadas sobre las placas aislantes mediante la utilización de mortero regularizador **weber.therm base** o con el mortero de revestimiento **weber.therm color**.



4.6. Aplicación de los perfiles de refuerzo

En todas las aristas del sistema deberán colocarse perfiles de refuerzo adheridos sobre las placas de EPS con **weber.therm base**.

Las aristas del sistema como cantos de edificio y esquinas de huecos deberán ser reforzadas con **weber.therm perfil esquinero PVC**, de PVC con malla de fibra de vidrio, colocado con el mismo mortero regularizador.

Los dinteles de las ventanas deberán ser reforzados con **weber.therm perfil goterón** para evitar las escorrentías de agua en los planos de las fachadas.

Las juntas de dilatación deberán ser respetadas, interrumpiendo el sistema y rematadas con **weber.therm perfil junta dilatación**. El espacio interior del perfil de la junta de dilatación puede ser rellenado en zonas accesibles con sellador elástico **weber.flex P100** sobre cordón de fondo de junta de espuma de polietileno expandido.

4.7. Alfézares de ventanas

Los alfézares de ventanas deberán contar con una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, para asegurar la evacuación del agua, deberán contar con un voladizo en el plano horizontal de unos 3 ó 4 cm con remate goterón que sobresalga del plano del cerramiento de la fachada, y la existencia en los extremos laterales de una ranura, pequeño canalón, etc., que impida al agua escurrir por el lateral, conduciendo el agua hacia la parte frontal.

4.8. Revestimiento de las placas aislantes

No aplicar nunca la malla directamente sobre el material aislante. En las juntas de la malla deberá existir una superposición mínima de 10 cm, y esta deberá envolver las aristas en caso que no se utilice **weber.therm perfil esquinero**.

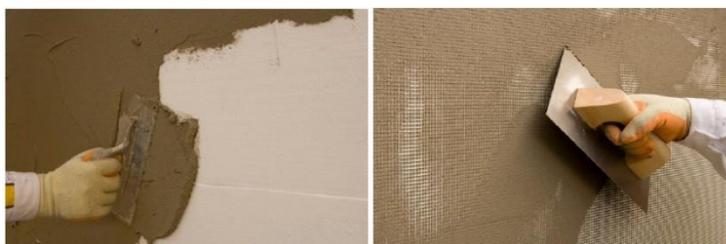
Tras la aplicación de la primera capa (24 horas) se aplica una última capa de **weber.therm color** en un espesor de unos 7-8 mm, que envolverá completamente la malla, quedando una superficie lisa, sin marcas y con una textura constante en toda su extensión.

Después de transcurridas aprox. 4-5 horas (dependiendo de las condiciones climatológicas), se raspa con una llana de púas toda la superficie de manera homogénea para dotar al mortero de su textura final, y mejorar la planimetría del mismo. A las 48 horas se procederá a realizar un cepillado de manera uniforme en toda la superficie para retirar los restos de polvo, así como la retirada de los junquillos, juntas de trabajo.

Cuando las condiciones climatológicas sean adversas, altas temperaturas y/o fuerte viento, se aconseja realizar un ligero hidratado de la 1ª capa de **weber.therm color** con agua (sin llegar a saturar el mortero) antes de aplicar la 2ª capa.

- **Acabado mineral capa fina (weber.cal flexible reforzado con weber.therm malla 160)**

Tras el pegado de las placas y de los elementos de refuerzo en los puntos singulares, la superficie de aislamiento térmico se reviste con una primera capa de mortero **weber.therm base blanco**, en un espesor de 2 mm, sobre la que se embeberá en su totalidad **weber.therm malla 160** (gramaje 160 gr/m², apertura del entramado 3.5 x 3.8 mm, y con tratamiento alcalino resistente) con el paso de una llana de acero inoxidable.



No aplicar nunca la malla directamente sobre el material aislante. En las juntas de la malla deberá existir una superposición mínima de 10 cm, y esta deberá envolver las aristas en caso de no utilizar **weber.therm perfil esquinero**.

En las áreas accesibles del edificio, es recomendable repetir el procedimiento anterior, utilizando en este caso **weber.therm malla 320**, con un gramaje de 330 gr/m² o una doble **weber.therm malla 160**, para dotar al sistema de una mayor resistencia al impacto.

Tras el secado de la primera capa (24 horas) se aplica una última capa de **weber.therm base blanco** en un espesor de unos 2 mm, que envolverá completamente la malla, quedando una superficie lisa, sin marcas y con una textura constante en toda su extensión. Alisar toda la superficie para obtener un acabado sin marcas, y sin irregularidades.

Cuando la última capa de **weber.therm base blanco** esté completamente seca, mínimo 24 horas después de su aplicación en función de las condiciones meteorológicas, se aplica la capa de revestimiento de acabado, en este caso **weber.cal flexible**, aplicado en un mínimo de 3 manos.

- **Acabado orgánico (weber.therm base reforzado con weber.therm malla 160 + weber CS + gama weber.tene)**

Con este acabado realizar los mismos pasos que con el acabado mineral en capa fina pero pudiendo utilizar el mortero de regularización **weber.therm base** gris o blanco atendiendo a las necesidades de la obra.



Cuando la última capa de **weber.therm base** esté completamente seca, mínimo 24 horas después de su aplicación en función de las condiciones meteorológicas, se aplica **weber CS plus**, imprimación de fondo y regularizador de la absorción. Este producto se extiende con un rodillo o una brocha en 2 manos cruzadas, y debe presentar una coloración similar a la del revestimiento final. Es importante que esta capa sea uniforme en términos de aplicación.

Como revestimiento final, utilizar el producto orgánico de la gama **weber.tene** adecuado, en función del acabado deseado, p.e. **weber.tene stilo**, **weber.tene geos** o **weber.tene micro** (en www.weber.es podrá encontrar la gama completa de revestimientos orgánicos), con el color y acabado deseados en función de los requerimientos exigidos.



weber.tene micro: si el mortero de acabado elegido es **weber.tene micro**, la planimetría del soporte debe ser excelente, en caso contrario se recomienda aplicarlo sobre una capa de **weber.tene stilo**. **weber.tene micro** debe ser siempre aplicado en 2 manos, obteniendo de esta manera un acabado regular.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

5.1 Placa aislante

weber.therm placa EPS

placa de poliestireno expandido para los sistemas weber.therm

Código designación (EN 13163: L2-W2-T2-S2-P4-DS(70,-)1, DS(70,90)1- DS(N)2- MU60 – TR150 – CS(10)60 – BS150 –WL(T)5-);

Producto clasificado de acorde a la norma EN 13163, disponible en placas de 1,0 x 0,5 m.

Propiedades	Norma	Unidad	Valor
Conductividad térmica	EN 12667	W/m°C	0,037
Resistencia a compresión (deformación. 10%)	EN 826	kPa	60
Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	EN 1607	kPa	150
Resistencia a la flexión	EN 12089	kPa	150
Absorción de agua por inmersión	EN 12087	% vol.	< 5,00
Resistencia a la difusión del vapor de agua	EN 12086	μ	60
Clase de reacción al fuego	EN 13501-1		E
Coefficiente de dilatación térmica lineal		°C ⁻¹	5-7x10 ⁻⁵



5.2 Malla de refuerzo

weber.therm malla

malla de fibra de vidrio para refuerzo de los sistemas weber.therm

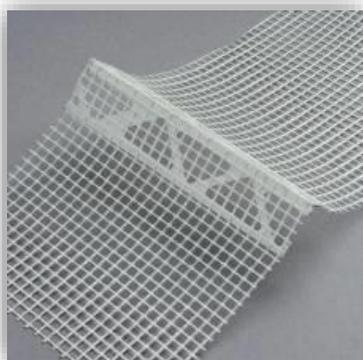
Malla constituida por hilos de fibra de vidrio con doble torsión y tratamiento de resina que las protege del ataque a los álcalis de los materiales cementosos. Confieren resistencia y estabilidad al revestimiento, evitando la aparición de fisuras debidas a las variaciones de temperatura y del movimiento de las placas de aislamiento. Además la malla contribuye a la mejora del comportamiento a la resistencia al impacto del revestimiento donde esté incorporada.

Características generales	
Armado (en 100 mm)	Urdimbre: 25 x 2 Trama: 20,5
Tejido	Media gasa
Anchura estándar	110 cm
Longitud del rollo	50 m
Grosor de la malla tratada	0,52 mm
Peso de la malla salida del telar	131 g/m ²
Peso de la malla tratada	160 g/m ²
Contenido material combustible (LOI)	20% en masa
Tipo de tratamiento	Resistencia alcalina sin emoliente, arrastre obstructivo de hilo
Apertura del entramado	3,5 x 3,8 mm

Resistencia a la tracción y elongación			
El valor individual mínimo de resistencia a la tracción (N/50 mm) y el valor máximo de elongación (%) cuando se alcanza la resistencia mínima a la tracción, establecidos de acuerdo con la norma DIN EN ISO 13934-1, son los siguientes:			
	RESISTENCIA TRACCIÓN		RESISTENCIA ELONGACIÓN
Método de deposición	Valor nominal	Valor individual	Valor medio
Condiciones estándar	2200 / 2200	1900 / 1900	3,8 / 3,8
Disolución 5% NaOH	1400 / 1400	1200 / 1200	3,5 / 3,5
Ensayo rápido (6 h)	1700 / 1700	1250 / 1250	3,5 / 3,5
Ensayo rápido (24 h)		50% / 50%	
Disolución 3 iones (ETAG 004)		1000 / 1000 50% / 50%	
Tolerancias:			
Armado: ± 5 % en trama y urdimbre	Longitud: - 0 %; + 2 %		
Anchura: ± 1 %	LOI: ± 4 %		



5.3 Perfiles auxiliares y de refuerzo



weber.therm perfil esquinero PVC

perfil perforado de PVC con malla de fibra de vidrio para el refuerzo de esquinas

Espesor del PVC: 0,3 mm
Largo: 2,5 m
Malla de fibra de vidrio con tratamiento antiálcalis



weber.therm junta dilatación

perfil de PVC con malla y membrana deformable para el acabado de juntas de dilatación

Ancho máximo de junta: 30 mm
Largo: 2,5 m
Malla de fibra de vidrio con tratamiento anti-álcalis.



weber.therm perfil arranque

perfil de aluminio para el arranque inferior del sistema de aislamiento

Espesor del aluminio: 0,88 mm
Ancho: 30 a 100 mm
Largo: 2,5 m
(para otros espesores consultar a nuestro Dpto. Técnico).



weber.therm perfil goterón CF

weber.therm perfil goterón CG

perfil perforado de PVC con malla de fibra de vidrio para dinteles

Espesor del pvc: 0,3 mm
Largo: 2,5 m
Malla de fibra de vidrio con tratamiento anti-álcalis.

5.4 Mortero de adhesión y regularización

weber.therm base

mortero adhesivo y regularizador de los sistemas weber.therm

- Para fijación de placas de aislamiento
- Para la regularización de materiales aislantes
- En base a ligantes mixtos armado con fibras HD.
- Elevada adherencia
- Alta deformabilidad
- Excelente trabajabilidad
- Monocomponente



CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Agua de amasado: 5,5 – 6,5 l/saco.
- Espesor mínimo de acabado como regularizador: 3 mm.
- Espesor máximo de acabado como regularizador: 6 mm (en dos capas y reforzado con malla).
- Espesor máximo de aplicación por capa: 3 mm.
- Espesor mínimo de aplicación como adhesivo: 2 cm.
- Espesor máximo de aplicación como adhesivo: 4 cm.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (*)

- Densidad en polvo: 1,2-1,4 g/cm³.
- Densidad en masa: 1,4-1,6 g/cm³.
- Granulometría máxima: 1 mm.

PRESTACIONES FINALES

- Adherencia sobre ladrillo cerámico: ≥ 0.3 MPa.
- Adherencia sobre EPS y sobre **weber.therm aislone**: ≥ 0.08 MPa (CFS, rotura cohesiva del soporte).
- Coeficiente de capilaridad: $W2 (\leq 0.2 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0.5})$.
- Coeficiente de permeabilidad al vapor de agua: $\mu \leq 10$.
- Densidad de producto endurecido: 1,3 – 1,5 g/cm³
- Resistencia a la flexión: ≥ 2 MPa.
- Resistencia a la compresión: $\geq 3,5$ MPa (CSIII).
- Reacción al fuego: A1.
- Conductividad térmica: 0,44 W/m·K (P=50%).

(*) Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en laboratorio, y pueden variar en función de las condiciones de aplicación.

Para más información consultar la Ficha Técnica y Ficha de Seguridad del producto.



6.5 Fijación mecánica

weber.therm espiga H3

espiga con clavo de nylon de expansión,
para la fijación mecánica de placas aislantes

SOPORTES ADMISIBLES

- Hormigón
- Ladrillo macizo
- Ladrillo perforado



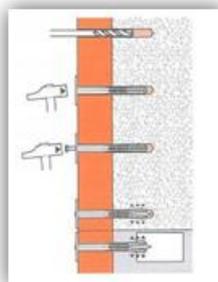
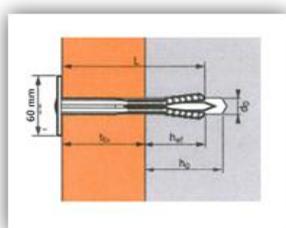
MATERIALES

- Espiga expansiva: polipropileno
- Clavo de expansión: nylon reforzada con fibra de vidrio

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Descripción	Valor (vd.)
Diámetro de anclaje	8 mm
Diámetro del cabezal	60 mm
Profundidad de taladro $h_{tr} \geq$	35 mm
Profundidad de anclaje $h_{an} \geq$	25 mm
Transmitancia térmica	0,000 W/K
Categorías de uso según ETA	A, B, C
Aprobación Técnica Europea	ETA-14/0130

(*) Para otras longitudes consultar con el Departamento Técnico.

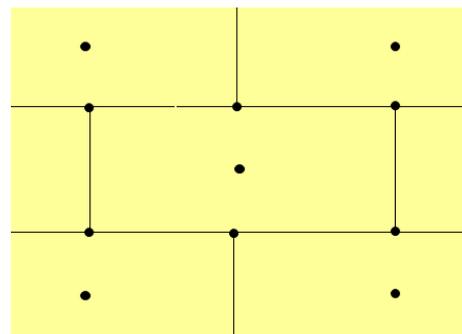


APLICACIÓN

1. Realizar el taladro del diámetro adecuado con una broca.
2. Insertar la espiga.
3. Insertar el clavo de expansión y golpear con un martillo hasta enrasar la espiga con el nivel de la placa del aislante.

ESQUEMA GEOMÉTRICO DE FIJACIÓN A UTILIZAR

6 espigas mínimo por m².



6.6 Revestimientos de acabado

weber.cal flexible

estuco fino deformable de altas prestaciones

- o Acabado liso satinado
- o Textura fina, suave y sedosa
- o Alto nivel estético
- o Gran flexibilidad
- o Bajo mantenimiento
- o Acabado de los **sistemas weber.therm**
- o Impermeable y transpirable
- o Acabado raspado, fratasado y texturado
- o Excelente trabajabilidad



CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Agua de amasado: 0.4-0.45 l/saco.
- Conservación: 12 meses.

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Espesor por capa: menos de 1 mm.
- Espesor de aplicación: 1-1,5 mm.
- Tiempo de secado al tacto: 30 minutos*.
- Tiempo de secado total: de 3 a 6 horas*.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (*)

- Densidad en polvo: 0,80 – 0,85 g/cm³
- Densidad en masa: 1,50 – 1,55 g/cm³
- Granulometría máxima: <0,1 mm.

PRESTACIONES FINALES

- Adherencia sobre mortero base: >0.3 MPa.
- Coeficiente de capilaridad: W2.
- Conductividad térmica: 0,54 W/m·K (P=50%).

(*) Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en laboratorio, y pueden variar en función de las condiciones de aplicación.

Para más información consultar la Ficha Técnica y Ficha de Seguridad del producto.

weber CS plus

imprimación de fondeo de uso universal para la protección y decoración de fachadas

- Regularización del color y absorción del soporte
- Listo al uso
- Fácil aplicación
- Amplia gama de colores



Características de empleo	
Tiempo de secado	de 1 a 24 horas *
Prestaciones finales	
Densidad en masa	1,275±0,075 g/cm ³
Contenido en cenizas	450 °C 70±2% 900 °C 43±2%
Extracto en seco	42±2%
Viscosidad	5.000±2.500 mPas

weber.tene geos

mortero acrílico acabado fratasado rústico y rayado

- Alta flexibilidad
- Elevada adherencia
- Impermeable
- Transpirable
- Obra nueva y rehabilitación
- Amplia gama de colores
- Acabado rayado y fratasado rústico



CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Espesores de aplicación: 2-3 mm.
- Tiempo de fratasado: 10-20 minutos*.
- Tiempo de secado al tacto: 2-3 horas*.
- Tiempo de secado total: de 12 a 24 horas*.

PRESTACIONES FINALES

- Permeabilidad al vapor de agua: 70 g/m²/día.
- Densidad en masa: 1,81±0,18 g/cm³.
- % sólidos: 85±4%.
- Granulometría máxima: 2 mm.

(*) Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en laboratorio, y pueden variar en función de las condiciones de aplicación.

Para más información consultar la Ficha Técnica y Ficha de Seguridad del producto.

weber.tene stilo

mortero acrílico acabado fratasado, gota y gota chafada

- Muy flexible
- Elevada resistencia superficial
- Impermeable
- Transpirable
- Elevada adherencia
- Obra nueva y rehabilitación
- Amplia gama de colores
- Fácil aplicación
- Acabados fratasado, gota y gota chafada



CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Espesores de aplicación: 2-3 mm.
- Tiempo de fratasado: 10-20 minutos*.
- Tiempo de secado al tacto: 2-3 horas.
- Tiempo de secado total: de 12 a 24 horas*.

PRESTACIONES FINALES

- Permeabilidad al vapor de agua: 70 g/m²/día.
- Densidad en masa: 1,81±0,18 g/cm³.
- % sólidos: 85±4%.
- Granulometría máxima: 1,5 mm.

(*) Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en laboratorio, y pueden variar en función de las condiciones de aplicación.

Para más información consultar la Ficha Técnica y Ficha de Seguridad del producto.

weber.tene micro

mortero al siloxano de altas prestaciones acabado fratasado fino

- Alta flexibilidad
- Elevada resistencia superficial
- Impermeable
- Transpirable
- Excelente durabilidad
- Idóneo para exigentes condiciones ambientales
- Elevada adherencia
- Amplia gama de colores



CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

- Espesores de aplicación: 0,5-1 mm.
- Tiempo de fratasado: 10-20 minutos*.
- Tiempo de secado al tacto: 2-3 horas.
- Tiempo de secado total: de 12 a 24 horas*.

PRESTACIONES FINALES

- Permeabilidad al vapor de agua: 40 g/m²/día.
- Densidad en masa: 1,8±0,18 g/cm³.
- % sólidos: 82±4%.
- Granulometría máxima: 0,5 mm.

(*) Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en laboratorio, y pueden variar en función de las condiciones de aplicación.

Para más información consultar la Ficha Técnica y Ficha de Seguridad del producto.

Notas Legales

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto/los productos y la verificación de la idoneidad del mismo/los mismos para el fin propuesto.
- **Saint-Gobain Weber** no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del productos/los productos en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.

imprimación de fondeo de uso universal para la protección y decoración de fachadas

AISLAMIENTO, REVESTIMIENTO Y
RENOVACIÓN DE FACHADAS

- Elevado poder de cubrición
- Impermeable
- Transpirable
- Elevada adherencia
- Obra nueva y rehabilitación
- Amplia gama cromática
- Aplicación sencilla
- Interior y exterior

Aplicaciones

- Imprimación de fondo y regularización de la absorción previo a la aplicación de revestimientos de la **gama weber.tene** asociados a los **sistemas weber.therm** de aislamiento térmico por el exterior, y al **sistema weber anti-fisuras** para la renovación de fachadas.
- Para otras aplicaciones, consultar con nuestro Departamento Técnico.

Soportes

- Mortero tradicional, hormigón, mortero monocapa y **weber.cal basic** en exteriores e interiores, yeso y placas de cartón-yeso en interiores.
- Pinturas y revestimientos sintéticos antiguos en rehabilitación, siempre que estén en buen estado y bien adheridos a su soporte.
- Mortero regularizador **weber.therm base** en los **sistemas weber.therm**.

Composición

Cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales.

Recomendaciones de uso

- Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5 y 35°C.
- No aplicar con tiempo muy húmedo, con lluvia, con riesgo de heladas, fuerte calor o insolación directa.
- Aplicar con rodillo.
- Mezclar bien el producto con batidor eléctrico hasta dejar una consistencia homogénea.
- La limpieza de las herramientas después de la aplicación, se puede hacer con agua.

Observaciones

- En exterior no aplicar sobre superficies horizontales o inclinadas expuestas a la acción directa de la lluvia.
- Proteger las aristas superiores del revestimiento frente a la penetración del agua de lluvia.

Preparación del Soporte

- El soporte debe estar limpio, exento de restos de polvo, y limpio.
- En soportes en rehabilitación se recomienda realizar una limpieza exhaustiva con agua a presión a 200 bares, y dejar secar completamente antes de la aplicación de **weber CS plus**.

Características Técnicas

Características de empleo

Tiempo de secado al tacto	2 – 3 horas*
Tiempo de secado	12 – 24 horas*

Prestaciones finales

Adherencia sobre enfoscado	0.4 MPa
Densidad en masa	1,81 ± 0,18 g/cm ³
% sólidos	85 ± 4 %

Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en condiciones estándar, y pueden variar en función de las circunstancias en obra y el tipo de amasado. Las diferencias comprendidas en un rango de valores se deben a las variaciones en materias primas de los centros de producción.

* Estos tiempos pueden variar según las condiciones meteorológicas.

Presentación producto



Presentación

Bidón de plástico de 20 kg.
Palets de 480 kg (24 bidones).

Rendimiento

0,5 kg/m² aplicado en 2 manos.

Color

Gama de 248 colores.

Conservación

12 meses a partir de la fecha de fabricación en envase original cerrado, al abrigo de la radiación solar directa y de las bajas/elevadas temperaturas..

Modo de empleo



El producto se suministra listo al uso, sólo es necesario remover el contenido del envase con un batidor eléctrico para homogeneizar la pasta, previamente a su utilización.



Aplicar **weber CS plus** a rodillo en 2 manos sobre el soporte.

Notas legales

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto y la verificación de la idoneidad del mismo para el fin propuesto.
- **Saint-Gobain Weber** no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del producto en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.

Sistema de gestión
certificado de acuerdo
a la norma ISO 9001



weber.tene stilo

mortero acrílico acabado fratasado y gota

- Muy flexible
- Elevada resistencia superficial
- Impermeable
- Transpirable
- Elevada adherencia

APLICACIONES

- Revestimiento acrílico en capa fina, para la impermeabilización, decoración y protección duradera de muros y techos, tanto en exteriores como interiores.
- Revestimiento de acabado de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior, **weber.therm**.
- Para otras aplicaciones, consultar con nuestro Departamento Técnico.

SOPORTES

- Mortero tradicional, hormigón, mortero monocapa y **weber.cal basic** en exteriores e interiores, yeso y placas de cartón-yeso en interiores.
- Pinturas y revestimientos sintéticos antiguos en rehabilitación, siempre que estén en buen estado y bien adheridos a su soporte.
- Mortero regularizador **weber.therm base** en los sistemas **weber.therm**.

En todos los casos, aplicar previamente la imprimación **weber CS**.

COMPOSICIÓN

Cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales.

OBSERVACIONES

- En exterior no aplicar sobre superficies horizontales o inclinadas expuestas a la lluvia.
- Proteger las aristas superiores del revestimiento frente a la penetración del agua de lluvia.

- Obra nueva y rehabilitación
- Amplia gama de colores
- Aplicación sencilla
- Acabados fratasado, gota y gota chafada

PRESENTACIÓN

Bidón de plástico de 25 kg.
Palets de 600 kg (24 bidones).

RENDIMIENTO

2,5 - 3 kg/m² aplicado con llana.
2 - 2,5 kg/m² aplicado con pistola de proyección.

COLORES

Amplia gama de colores

CONSERVACIÓN

12 meses a partir de la fecha de fabricación en envase original cerrado, al abrigo de la radiación solar directa y de las bajas/elevadas temperaturas.



RECOMENDACIONES DE USO

- Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5 y 35°C.
- No aplicar con tiempo muy húmedo, con lluvia, con riesgo de heladas, fuerte calor o insolación directa.
- Aplicar con llana de acero inoxidable.
- Mezclar bien el producto con batidor eléctrico hasta dejar una pasta homogénea.
- Utilizar cinta adhesiva de pintor para delimitar paños de trabajo o despieces intencionados con efectos decorativos en la fachada.
- Adecuar la dimensión de los equipos de trabajo a la extensión de las superficies a revestir, para evitar juntas dentro de un mismo paño de trabajo.
- No interrumpir la aplicación en un paño de trabajo una vez comenzado, a no ser que sea en un sitio bien estudiado y en el que poder realizar una junta de trabajo.
- La limpieza de las herramientas después de la aplicación, se puede hacer con agua.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE

- Los soportes deben ser planos, estables, resistentes y limpios.
- Aplicar la imprimación **weber CS** a rodillo previamente, y dejar transcurrir unas 24 horas antes de revestir.
- Sobre soportes en base yeso, aplicar una mano de **weber.prim TP05** diluido 1:10 y, una vez seca, aplicar una capa de **weber CS**.
- Sobre placas de cartón-yeso, aplicar una mano de **weber.prim TP05** diluido 1:10 en las juntas y, una vez seca, dos manos de **weber CS**.
- Como acabado de los **sistemas weber.therm**, aplicar la imprimación **weber CS** sobre el mortero regularizador **weber.therm base**.

MODO DE EMPLEO



El producto se suministra listo al uso, sólo es necesario remover el contenido del envase con un batidor eléctrico para homogeneizar la pasta, previamente a su utilización.



Aplicar **weber.tene stilo** con una llana de acero inoxidable en el paño de trabajo de abajo a arriba, apretando el material para regularizar el espesor de la capa. Pasar la llana vertical y horizontalmente varias veces para obtener una capa del material uniforme y sin excesos.



Acabado fratasado: cuando el material tenga la consistencia adecuada, dar el acabado utilizando una llana de plástico, limpiándola regularmente, haciendo suaves movimientos circulares, verticales u horizontales, en función a la textura y efecto deseado.



Acabado gota: para la obtención del acabado gota, proyectar el producto con pistola de proyección.



La gota obtenida con la pistola de proyección puede apretarse con paletín, triángulo de plástico, etc., para obtener el acabado gota chafada.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características de empleo

Espesores de aplicación	2 – 3 mm
Tiempo de fratasado	10 – 20 minutos*
Tiempo de secado al tacto	2 – 3 horas
Tiempo de secado	12 – 24 horas*

Prestaciones finales

Permeabilidad al vapor de agua	V2 (70 gr/m ² /día)
Absorción de agua	W3
Adherencia	> 0.3 N/mm ²
Densidad en masa	1,81 ± 0,18 g/cm ³
% de sólidos:	85 ± 4
Granulometría máxima	1,5 mm
Durabilidad	≤ 0.5 Kg/(m ² h ^{0.5}) según EN1062-3
Reacción al fuego	A2-s1, d0
Conductividad térmica	NPD

Estos resultados se han obtenido con ensayos realizados en condiciones estándar según EN 15824:2009, y pueden variar en función de las circunstancias en obra. Las diferencias comprendidas en un rango de valores se deben a las variaciones en materias primas de los centros de producción.

* Estos tiempos pueden variar según las condiciones meteorológicas.

**Sistema de gestión
 certificado de acuerdo
 a la norma ISO 9001**



placa de poliestireno expandido para el aislamiento del sistema weber.therm etics

- Buena resistencia térmica
- Excelente estabilidad dimensional
- Fácil y rápida colocación



Aplicaciones **weber.therm placa EPS** son placas aislantes de poliestireno expandido (EPS) estabilizadas. Se usan para aislamiento térmico para el exterior, en el sistema **weber.therm etics**.

Características de empleo Ver colocación de placas **sistema weber.therm etics** o ficha técnica de **weber.therm base**.

Modo de empleo



1

Amasar **weber.therm base** con 5,5 - 6,5 litros de agua limpia por saco, con un batidor eléctrico. Aplicar un cordón de **weber.therm base** de 4 - 8 cm de ancho y de 2 - 4 cm de espesor en el perímetro de la placa y 3 pegotes en el centro de la misma, y proceder a su colocación en el paramento. La superficie de adhesión una vez fijada la placa al soporte debe ser mínimo un 40%.



2

Una vez colocadas las placas, seco el adhesivo y ancladas mecánicamente con un mínimo de 6 espigas por cada m², regularizar las placas con una capa de 5 a 6 mm armada con **weber.therm malla 160**.



3

Una vez seca la regularización, proceder al acabado mediante la aplicación de un revestimiento orgánico de la **gama weber.tene**, previa aplicación de la imprimación **weber CS plus**.

Características técnicas

Especificaciones técnicas del material aislante en base a la UNE EN 13163

Descripción	Norma de las mediciones	Valor (ud.)	Código designación
conductividad térmica	EN 12667 EN 12939	0.037 m ² K/W	λ37 (definida en el mercado CE)
longitud	EN 822	±0.6% ó 3 mm	L2
anchura	EN 822	±2	W2
espesor	EN 823	±1	T1
rectangularidad	EN 824	±2/1000	S2
planicidad	EN 825	5 mm	P5
condiciones de la superficie	-----	Superficie cortada con hilo en caliente, homogénea y sin piel	-----
Estabilidad dimensional en condiciones normales y constantes de laboratorio (23°C y 50% HR)	EN 1603	Los valores relativos a la longitud y anchura no deben ser superiores al ±0,2 %	DS(N)2
Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad	EN 1604	Condiciones 48 h y 70°C. Los cambios relativos a longitud, anchura y espesor, no deben exceder el 1%	DS(70,-)1
Absorción de agua por inmersión parcial	EN 1609	²	W _{ip} ²
Absorción de agua a largo plazo por inmersión	EN 12087		WL(T)5
Resistencia a la difusión del vapor de agua	EN 12086	μ	μ60
Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	EN 1607		TR150
Resistencia al cizallamiento	EN 12090	²	²
Módulo de cizallamiento	EN 12090	²	²
Resistencia a la congelación-descongelación	EN 12091		
Tensión de compresión al 10% de deformación	EN 826		CS(10)60
Resistencia a la flexión	EN 12089		BS150
Densidad	-----	15-20 kg/m ³	15-20 kg/m ³
Coefficiente dilatación térmico lineal		5-7 x 10 ⁻⁵ m/m°C ⁻¹	
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E	E

Notas Legales

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto y la verificación de la idoneidad del mismo para el fin propuesto.
- **Saint-Gobain Weber** no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del producto en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.

mortero polimérico de altas prestaciones para los sistemas weber.therm y placotherm

AISLAMIENTO, REVESTIMIENTO Y RENOVACIÓN DE FACHADAS

- Fijación de placas de placas aislantes
- Regularización de materiales aislantes
- Tratamiento de juntas y revestimiento de sistemas en base placas cemento
- En base a ligantes mixtos
- Armado con fibras de vidrio HD
- Alto grado de deformabilidad
- Elevada adherencia
- Excelente trabajabilidad

Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Mortero adhesivo para fijación de placas aislantes prefabricadas (EPS, XPS sin piel, Lana mineral, otros) en los sistemas weber.therm. • Protección y regularización de materiales aislantes en los sistemas weber.therm (placas aislantes prefabricadas o mortero termoaislante) • Rejuntado y revestimiento de placas de cemento (tipo Aquaroc) en el sistema placotherm. • Reparación y regularización de fachadas y muros en rehabilitación como mortero del sistema weber anti-fisuras. • Para otras aplicaciones, consultar con el departamento técnico de Weber.
--------------	---

Soportes	<ul style="list-style-type: none"> • Como adhesivo de aislantes en los sistemas weber.therm sobre: cerramientos de ladrillo, bloque de termoarcilla, bloque de hormigón, bloques aligerados Arliblock y enfoscado de mortero weber.cal basic. • Como regularizador de materiales aislantes en los sistemas weber.therm: weber.therm aislone, placas de EPS, XPS, lanas minerales, etc. • Como rejuntado y regularizador de placas de cemento (tipo Aquaroc) en el sistema placotherm. • Como regularizador de soportes a rehabilitar en el sistema weber anti-fisuras, previa consulta con nuestro Departamento Técnico.
----------	--

Características de empleo	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Como adhesivo de placas aislantes</u>: aplicar sobre la placa un cordón perimetral de 4-8 cm de ancho y de 2 a 4 cm de espesor, y uno o varios pegotes centrales de 8 a 10 cm, en función del tamaño de la misma. La superficie de adhesión, una vez fijada la placa al soporte, debe ser mínimo de un 40%. • <u>Como regularizador de placas aislantes</u>: regularizar transcurridas 24 horas mínimo tras la adhesión de las placas. Tras la fijación mecánica de las placas con weber.therm espiga y el tratamiento de los puntos singulares del sistema, se procederá a regularizar las placas extendiendo una capa fina de 2-3 mm sobre la que se colocará weber.therm malla 160 de refuerzo, solapándola unos 10 cm en los encuentros de ésta. Una vez seca la primera capa, se dará la segunda capa de 2-3 mm que cubrirá la malla y sobre la que se aplicará el acabado del sistema, transcurridas 24 horas como mínimo. El espesor final de regularización debe estar entre 5-6 mm. • <u>Como regularizador de placas de cemento</u>: una vez colocadas las placas de cemento, se deberán tratar las uniones entre placas con weber.therm base y weber.therm cinta de junta 100 mm, y posteriormente aplicar weber.therm base aplicado en 2 manos embebiendo weber.therm malla 160 en la mitad del espesor, solapándola 10 cm en los encuentros de ésta.
---------------------------	--

Composición	Conglomerantes hidráulicos (cemento gris/blanco), cargas minerales, resina redispersable en polvo, fibras HD y aditivos especiales.
--------------------	---

Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe ser limitado en su contorno inferior por un perfil de arranque de aluminio, de anchura adaptada al espesor de las placas que se prevea utilizar. Las aristas del sistema en esquinas y contornos deberán ser reforzadas mediante weber.therm perfil esquinero, de aluminio o PVC. Las juntas de dilatación deben ser respetadas interrumpiendo el sistema y utilizando weber.therm junta dilatación aplicada sobre las placas de aislamiento. En las uniones del sistema con la carpintería, alféizares u otros salientes, debe dejarse una holgura de unos 5 mm, para rellenar con weber flex PU. Previo a la capa de regularización, reforzarse zonas como cantos de huecos en puertas y ventanas, mediante la colocación de weber.therm malla 160, directamente sobre las placas de aislamiento, utilizando weber.therm base. En ventanas es recomendable la colocación de weber.therm perfil goterón, para reforzar la arista y evitar la escorrentía de agua por la fachada. Colocar fijaciones mecánicas complementarias al encolado, en cantidades no inferiores a 6 espigas por m². Como reparador y regularizador de fachadas y muros en rehabilitación, una vez tratado el soporte aplicar weber.therm base en dos manos, armado en el centro de su espesor. Regularizar toda la superficie extendiendo una capa de 2-3 mm sobre la que se colocará weber.therm malla 160 solapada unos 10 cm en los encuentros de ésta y anclada, si fuese necesario, con weber.therm espigas. Una vez seca la primera capa, se dará la segunda en unos 2-3 mm cubriendo la malla, y dejando una superficie apta para el acabado. El espesor final de regularización debe estar entre 5 y 6 mm.
----------------------	---

Características técnicas	Características de empleo	
	Agua de amasado	5,5-6,5 l/saco
	Espesor mínimo de acabado como regularizador	3 mm
	Espesor máximo de acabado como regularizador	6 mm (en dos capas y reforzado con malla)
	Espesor máximo de aplicación por capa	3 mm
	Espesor mínimo de aplicación como adhesivo	2 cm
	Espesor máximo de aplicación como adhesivo	4 cm
	Densidad en polvo	1,2 - 1,4 g/cm ³
	Densidad en masa	1,4 - 1,6 g/cm ³
	Granulometría máxima	1 mm
	Prestaciones finales	
	Adherencia sobre ladrillo cerámico	≥0,3 MPa
	Adherencia sobre placa EPS y sobre weber.therm aislone	≥0,08 MPa (CFS, rotura cohesiva del soporte)
	Coefficiente de capilaridad	W2 (≤ 0,2 kg/m ² ·min ^{0,5})
	Coefficiente de permeabilidad al vapor de agua	μ≤10
	Conductividad térmica (λ)	0,44 W/m·K (P = 50%)
	Densidad de producto endurecido	1,3 - 1,5 g/cm ³
	Resistencia a la flexión	≥2 MPa
	Resistencia a la compresión	≥3,5 MPa (CSIII)
	Reacción al fuego	A1
Estos resultados se han obtenido con ensayos según la normativa europea EN-UNE-998-1 y pueden variar en función de las condiciones en obra y el tipo de amasado. Las diferencias comprendidas en un rango de valores se deben a las variaciones en materias primas de los centros de producción.		

Preparación del soporte

- Los soportes deben ser planos, estables, resistentes, estar limpios y secos.
- En tiempo caluroso o con viento seco, debe humedecerse el soporte previamente a la aplicación.

Modo de empleo



Amasar **weber.therm base** con 5,5 – 6,5 litros de agua limpia por saco, con un batidor eléctrico.



sistemas **weber.therm**

1. En SATE como adhesivo, aplicar un cordón de **weber.therm base** de 4 - 8 cm de ancho y de 2 - 4 cm de espesor en el perímetro de la placa y 3 pegotes en el centro de la misma, y proceder a su colocación en el paramento. La superficie de adhesión una vez fijada la placa al soporte debe ser mínimo un 40%.



2. Una vez colocadas las placas, seco el adhesivo y ancladas mecánicamente con un mínimo de 6 espigas por cada m², regularizar las placas con una capa de 5 a 6 mm armada con **weber.therm malla 160**.



3. Una vez seca la regularización, proceder al acabado mediante la aplicación de un revestimiento acrílico de la **gama weber.tene**, previa aplicación de la imprimación **weber CS**.

Presentación producto



Presentación

Sacos de papel de 25 kg, con lámina de plástico antihumedad.

Palets de 1.200 kg (48 sacos).

Rendimiento

1,5 kg/m² y 1 mm de espesor.

Color

Gris y blanco.

Conservación

12 meses a partir de la fecha de fabricación, en envase original cerrado y al abrigo de la humedad.

Notas legales

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto y la verificación de la idoneidad del mismo para el fin propuesto.
- **Saint-Gobain Weber** no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del producto en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.

Sistema de gestión
certificado de acuerdo
a la norma ISO 9001



09

EN 998-1

Mortero para revoco de uso corriente (GP) para
uso exterior.





DoP 34TER35NK17101

T18R 0099/CPR/A43/0633 020/003858
T18P 0099/CPR/A43/0229 020/003016

DIT 380R/14
DIT 380R/14

Características	Norma	Valor
Código designación		MW-EN 13162-T3-MU1-AFr5-AW
Lambda ($\lambda_{90/90}$)	EN 12667 / EN 12939	0,035 W/m·K
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	A1
Tolerancia en el espesor	EN 823	T3
Resistencia específica al paso del aire (r')	EN 29053	$\geq 5 \text{ kPa}\cdot\text{s/m}^2$
Permeabilidad al vapor de la lana (μ)	EN 12086	MU1

PANEL EN ROLLO	Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	Alfa global α	Ud /paquete	m^2 /paquete	paquete /palet	m^2 /palet
	2138578	30	0,60	16,20	0,85	0,55	2	19,44	18	349,92
	2131746	45	0,40	13,50	1,25	0,70	3	16,20	18	291,60
	2131743	45	0,60	13,50	1,25	0,70	2	16,20	18	291,60
	2139185	45	1,20	10,80	1,25	0,70	1	16,20	24	291,60
	2131744	65	0,40	10,80	1,85	0,95	3	12,96	18	233,28
	2131747	65	0,60	10,80	1,85	0,95	2	12,96	18	233,28
	2137138	85	0,40	8,10	2,40	1,00	3	9,72	18	174,96
	2136607	85	0,60	8,10	2,40	1,00	2	9,72	18	174,96
	2141080	100	0,60	5,40	2,85	1,00	2	6,48	18	116,64
	2141101	120	0,60	5,40	3,40	1,00	2	6,48	18	116,64

PANEL	Código	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Resistencia térmica $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	Alfa global α	Ud /paquete	m^2 /paquete	paquete /palet	m^2 /palet
	2141628	30	0,60	1,35	0,85	0,55	24	19,44	20	388,80
	2141626	45	0,60	1,35	1,25	0,70	16	12,96	20	259,20
	2141625	65	0,60	1,35	1,85	0,95	10	8,10	20	162,00
	2141627	85	0,60	1,35	2,40	1,00	8	6,48	20	129,60
	2141629	100	0,60	1,35	2,85	1,00	6	4,86	20	97,20
	2141630	120	0,60	1,35	3,40	1,00	5	4,05	20	81,00

Disponibles las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) en www.base-inies.fr/IniesV4/dist/recherche-fdes.



Excelente aislamiento térmico



Excelente aislamiento acústico



Excelente comportamiento al fuego



Fácil instalación



Ahorro

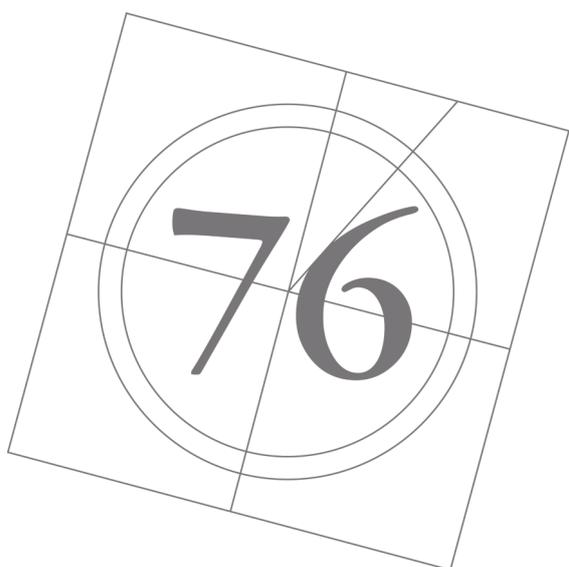


Reciclable

Sistema de perfiles practicables

KÖMMERLING 76

FICHA TÉCNICA



$U_w =$
desde **0,79**
 W/m^2K

$U_f =$
desde **1,00**
 W/m^2K



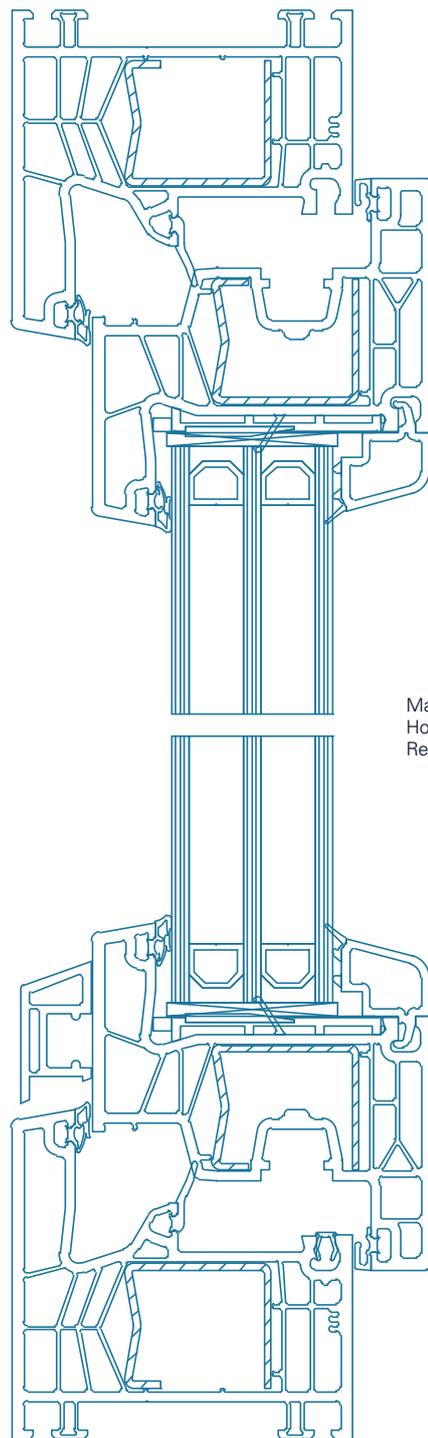
KÖMMERLING®

Sistemas de ventanas



DESCRIPCIÓN

- Sistema de 76 mm con **6 cámaras estancas** y **triple junta central**.
- Diseño de líneas rectas y hoja retranqueada en un perfil con una estética muy cuidada.
- Transmitancia térmica de la carpintería desde $U_f=1,00\text{ W/m}^2\text{K}$.
- Transmitancia térmica de la ventana a partir de $U_w=0,79\text{ W/m}^2\text{K}$.
- Reducción acústica de **hasta 47 dB**.
- Refuerzo de acero zincado de alta inercia con gran desarrollo que permite aumentar la rigidez del sistema y que conforma una cámara adicional incrementando el aislamiento del conjunto.
- Profundidad del galce de entre **16 y 48 mm**.
- Canal de herraje estándar con un rebaje que facilita el montaje y estabilidad de las piezas.
- Junquillos con juntas coextrusionadas con cuidada apariencia visual y de fácil limpieza.
- **Innovadora cuarta junta en la hoja que reduce los movimientos de aire en la cámara del vidrio**, contribuyendo a la mejora de la transmisión térmica del conjunto.
- Unión de las esquinas soldadas que aumenta la estabilidad mecánica del conjunto.
- Disponible en blanco y en diferentes foliados de KÖMMERLING. Otros colores, consultar.
- Perfil greenline®, 100% reciclable y libre de plomo.



Marco **76171**
Hoja **76271**
Refuerzo **V306**

Máx. 1500 mm
Mín. 600 mm

Máx. 2500 mm
Mín. 600 mm

O P C I Ó N C E R T I F I C A D A



- Ventana certificada por el Instituto Passivhaus para Clima Templado, como el de la Península Ibérica.
- Apta para proyectos Passivhaus y Edificios de Energía Casi Nula (EECN).
- Incorpora un relleno de neopor en el marco que refuerza el aislamiento térmico.
- Mantiene la máxima inercia ya que conserva los refuerzos de acero zincado en la hoja.
- Apta para cerramientos de grandes dimensiones.



$$U_w = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$$

E N S A Y O S

SISTEMA
KÖMMERLING 76

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO. Según UNE EN 14351:2006+A1:2011

TIPO VIDRIO	VIDRIO	Ventana sin persiana	Ventana con RolaPlus
	R _{wg} (C,Ctr)	R _{wv} (C,Ctr)	R _{wv} (C,Ctr)
VIDRIO 4/16arg/4	30 (-1,-4)	33 (-1,-5)*	33 (-1,-5)
VIDRIO 4/12arg/4/12arg/4	32 (-1,-5)	33 (-2,-6)*	33 (-2,-6)
VIDRIO 66.2SI/20Arg/44.2SI	48 (-2,-8)	47 (-2,-5)*	42 (-2,-5)

* Ventana ensayada 1230x1480 mm.

Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA. Según UNE EN 10077-2.

TIPO VIDRIO	SISTEMA	U _t W/m²K	VIDRIO		Ventana sin persiana
			U _g W/m²K	U _g W/mK	U _v W/m²K
KÖMMERLING 76 MD		1,1	1	0,06	1,18
			0,8	0,06	1,04
			0,6	0,032	0,84
KÖMMERLING 76 MD Certificada		0,98	0,6	0,032	0,8

* Cálculos ventana 1230x1480 mm.

Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO VALORES FÍSICOS Ventana 1 hojas 1176x2576.

Resistencia al viento	UNE EN 12211:2000	Clase C5
Estanqueidad al agua	UNE EN 1027:2000	9 A
Permeabilidad al aire	UNE EN 1026:2000	Clase 4

M A T E R I A P R I M A

Los productos KÖMMERLING están fabricados con **Kömalit Z**, formulación propia. Los perfiles se obtienen mediante extrusión y el control de fabricación permanente asegura la calidad y la precisión de formas.

@Kömalit Z	DIN EN ISO 1163	Blanco y color PVC-U, E, 082 - 50 - T 28, similar al RAL 9016
Densidad	DIN EN ISO 1183	1,45 g/cm ³
Resistencia al impacto hasta -40°C	DIN 53453 (varilla normal pequeña)	Sin rotura
Deformación al impacto (para clima normal de 23 °C)	DIN EN ISO 179 (Ensayo 1fc)	≥40 kJ/m ²
Resistencia a la penetración de bola (30 segundos)	DIN ISO 239	100 N/mm ²
Dureza a la penetración de bola	DIN EN ISO 527	≥40 N/mm ²
Módulo de elasticidad en tracción (Módulo E)	DIN EN ISO 527	≥2500 N/mm ²
Temperatura de reblandecimiento Vicat Estabilidad dimensional al calor - Vicat VST/B (medido en aceite) - ISO R 75/A (medido en aceite)	DIN ISO 306 DIN 53461	≥80 °C ≥69 °C
Coefficiente de dilatación lineal -30°C hasta +50°C		0,8 x10 ⁻⁴ K ⁻¹
Conductividad térmica	DIN 52612	0,16 W/mK ²
Resistencia específica a la transmisión	DIN VBE 0303 T3	10 ¹⁶ Ω cm
Constante relativa a la dielectricidad	DIN 53483	3,3 a 50 Hz; 2,9 a 10 ⁶ Hz
Comportamiento ante el fuego	DIN 4102	Difícilmente inflamable, autoextinguible.
Estabilidad ante los agentes atmosféricos	DIN ISO 105-A03	Después de 12 GJ/m ² (climas cálidos RAL-GZ 716/1 (S)) de exposición, valor inferior a grado 3 de la escala de grises.
Resistencia a los agentes atmosféricos		Después de 12 GJ/m ² (climas cálidos RAL-GZ 716/1 (S)) de exposición, la disminución de la resistencia al impacto es <30% ó >28 KJ/m ² .
Comportamiento fisiológico		Inerte, Neutro. Su estabilidad a la intemperie, así como su resistencia ante los agentes químicos y al pudrimiento, garantizan que su manipulación no imponga riesgo para la salud ni para el medio ambiente.
Limpieza y mantenimiento		Se recomienda el uso de Koraclean (blanco o color) o en su defecto agua y un jabón sin disolventes o abrasivos. Engrase de los herrajes una vez al año.



KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas

G A R A N T Í A S

Garantía de los perfiles KÖMMERLING:

Los perfiles KÖMMERLING tienen una **Garantía de 10 años** en:

- La resistencia al impacto.
- Las dimensiones de los perfiles en función de las tolerancias permitidas.

Los elaboradores de los sistemas KÖMMERLING fabrican las ventanas siguiendo las directrices de fabricación de la marca.

Garantías de color:

- Los acabados en blanco natural tienen una garantía de 10 años en la estabilidad del color.
- Los acabados foliados tienen una garantía de 10 años en la estabilidad del color.



S E L L O S D E C A L I D A D

Profine Iberia (compañía a la que pertenece la marca KÖMMERLING), dispone del sello de AENOR de **Empresa Registrada**.

Asimismo, cuenta con el sello de Gestión Ambiental **UNE-EN ISO 14001** de AENOR y con el certificado de Gestión Energética **ISO 50001** de TÜV Rheinland.



Compromiso medioambiental

Los perfiles KÖMMERLING llevan el sello **greenline®** que certifica su excelente balance ecológico, basado en tres pilares:

- Formulación libre de metales pesados, como el plomo.
- Material 100% reciclable.
- Optimización del consumo de energía en todo su ciclo de vida, contribuyendo a la reducción de emisiones de CO₂.



El presente documento es de carácter informativo y certifica las prestaciones de la ventana de acuerdo con los criterios del Mercado CE establecidos por la Unión Europea. Este documento no constituye un certificado de garantía, el cual debe solicitarse por los cauces habituales establecidos por la marca KÖMMERLING.

Documento revisado el 21 de noviembre de 2016

SISTEMAS KÖMMERLING
Profine Iberia, S.A.Unipersonal

SGG PLANITHERM[®] XN SGG PLANITHERM[®] XN II

VIDRIO DE AISLAMIENTO
TÉRMICO REFORZADO



BUILDING GLASS ESPAÑA Y PORTUGAL


SAINT-GOBAIN

SGG PLANITHERM[®] XN

VIDRIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO REFORZADO (ATR)

BENEFICIOS

SGG PLANITHERM XN ensamblado en un doble acristalamiento de altas prestaciones SGG CLIMALIT PLUS ofrece hasta tres veces más aislamiento que una unidad de vidrio aislante SGG CLIMALIT con vidrio incoloro SGG PLANICLEAR.



Eficiencia Energética

Los costes de energía aumentan de forma continua y de ahí la gran relevancia del diseño energético eficiente de los edificios, cada vez más importante a la hora de construir.

El nuevo SGG PLANITHERM XN es la solución perfecta porque combina altos niveles de eficiencia energética y transparencia. Por un lado, reduce notablemente el consumo de energía y, por tanto, los costes de calefacción así como las emisiones de CO₂. Además, aporta confort en el interior de los edificios gracias al uso efectivo de la luz solar.



Confort durante el día

SGG PLANITHERM XN ofrece un mayor aprovechamiento de la luz solar y mejora el bienestar disminuyendo la demanda de luz artificial.

SGG PLANITHERM XN consigue un alto nivel de transmisión luminosa incrementándolo hasta el 82% en un doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS.



Confort en invierno

El bajo valor Ug reduce las pérdidas de calor por lo que en invierno la temperatura es siempre confortable con un menor gasto en calefacción.



Estética

SGG PLANITHERM XN tiene una apariencia estética muy neutra por lo que la reproducción del color en transmisión y reflexión es muy alta.

POSIBLES COMBINACIONES CON sGG CLIMALIT PLUS:

sGG PLANITHERM XN se puede combinar con otros vidrios para aumentar sus prestaciones:



• sGG BIOCLEAN para reducir el mantenimiento de los vidrios



• sGG STADIP SILENCE para mejorar el confort acústico



• sGG STADIP PROTECT para aportar seguridad en el hogar

Para completar la oferta, la versión a templar sGG PLANITHERM XN II también está disponible con el mismo nivel de prestaciones.

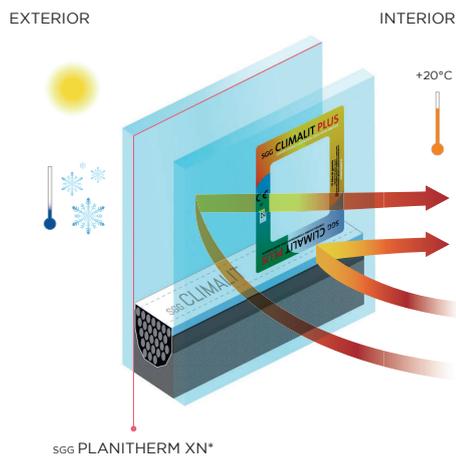
TRANSFORMACIÓN Y PRESTACIONES

sGG PLANITHERM XN debe ir ensamblado en un doble acristalamiento sGG CLIMALIT PLUS.

La transformación del sGG PLANITHERM XN es similar a la gama de productos sGG PLANITHERM.

sGG PLANITHERM XN II debe ser templado antes del montaje en un doble acristalamiento sGG CLIMALIT PLUS.

sGG CLIMALIT PLUS
CON sGG PLANITHERM XN



*sGG PLANISTAR ONE debe ensamblarse siempre en doble acristalamiento sGG CLIMALIT PLUS, con la capa hacia el interior de la cámara, en posición 2 o en posición 3.



GAMA

SGG PLANITHERM XN y SGG PLANITHERM XN II están disponibles y en stock:

- Dimensión estándar (PLF): 6 000 x 3 210 mm.
- Espesores estándar: 4, 6 y 8 mm.
- Vidrio laminado: composiciones estándar disponibles con SGG STADIP, SGG STADIP PROTECT y SGG STADIP SILENCE.
- Para otras medidas y espesores consultar.

APLICACIONES

SGG PLANITHERM XN es ideal para todas las ventanas que necesitan un producto neutro y una alta eficiencia energética.

Posibles aplicaciones:

Residencial

- Ventanas en renovación o nueva construcción.
- Terrazas acristaladas.
- Grandes ventanales.

Comercial

- Fachadas donde se requiere un bajo valor Ug y gran aporte de luz natural.



Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM XN

Composición (mm)	4-12-4		4-16-4		6-12-4	
Posición de la capa	2	3	2	3	2	3
Factores luminosos						
TL (Transmisión luminosa)(%)	82				81	
RL _e (Reflexión luminosa exterior)(%)	12	11	12	12	12	11
Factor solar (g EN410)	0.62	0.65	0.62	0.65	0.61	0.64
Coefficiente de sombra (SC)	0.72	0.75	0.72	0.75	0.70	0.74
Valor U						
Aire	1.6		1.4		1.6	
Argón 90%	1.3		1.1		1.3	

- Valores calculados de acuerdo a las normas EN410-2011, EN673-2011 y CIE 15-2004

- Configuración de doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANICLEAR y SGG PLANITHERM XN

SAINT-GOBAIN

Building Glass
España y Portugal

c/ Príncipe de Vergara, 132
28002 Madrid
www.saint-gobain-glass.com
www.climalit.es



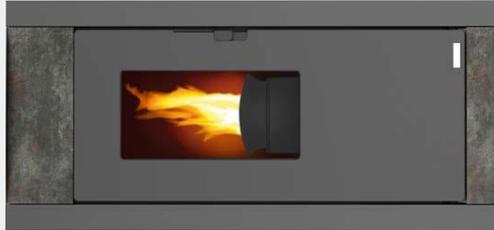
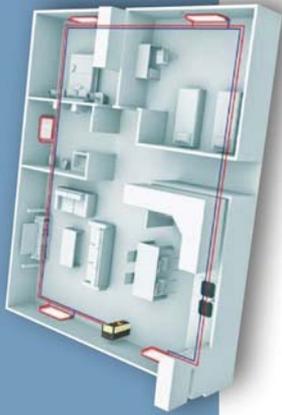
Todas las marcas que aparecen son marcas registradas por Saint-Gobain.

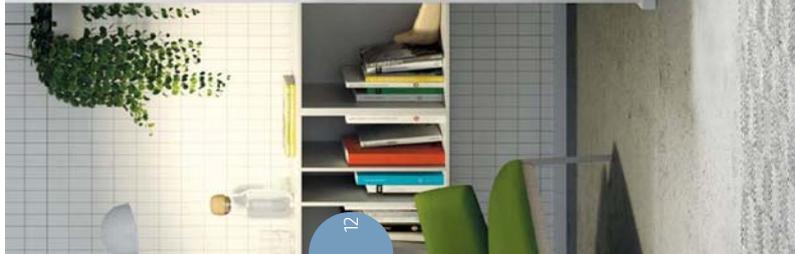


ESTUFAS

HYDRO

ESTUFE HYDRO | POĚLES HYDRO | STOVE HYDRO





ESTUFAS HYDRO



BLANCO OPACO
Blanco
Beige



ROJO CORINTO
Rouge Corinto
Corintioné



NEGRO
Nero
Black



EFFETTO ONDULO
Effetto ondulato
Ondulé effect

SIGMA

15 - 18 kW



SIGMA BASIC

SIGMA EVO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	15 kW	18 kW	15 kW	18 kW
Potencia mín/max <i>Potenzaz / Puiissancez / Thermal power</i>			kW 4,7-15,1	kW 5,6-18,6
Potencia al agua <i>Potenzaz all'acqua / Puiissancez di l'acu / Output to water</i>			kW 10,1	kW 16,1
Potencia al ambiente <i>Potenzaz all'acqua / Puiissancez di l'acu / Output to water</i>			kW 5	kW 2,5
Consumo horario mín/max <i>Consumo orario / Consumption horaire / Consumption hourly</i>			Kg/h 10-31	Kg/h 13,4-2
Rendimiento <i>Rendimentu / Rendement / Efficiency</i>			% >91,6	% >91,6
Capacidad depósito <i>Capacità serbatoio / Capacité du dépôt / Tank capacity</i>			Kg 31	Kg 31
Autonomía mín/max <i>Autonomia / Autonomie / Autonomy</i>			h 10-31	h 7-24
Volumen calefactable <i>Volume calefactable / Volume de chauffe / Heatable volume</i>			m ³ 375	m ³ 450
Peso <i>Peso / Poids / Weight</i>			Kg 149	Kg 152
Dimensiones (mm) <i>Dimensioni / Dimensions / Dimensions</i>			A 560 H 567 F 1190	A 560 H 567 F 1190



EUROPA C

Radiador de Aluminio



***Diseño plano
y sin aberturas***

- ***Elevado poder de emisión térmica***
- ***Pintado especial individual de cada elemento***
- ***Máxima duración***

EUROPA C

Radiador de Aluminio

PRESTACIONES

● Agradable estética

Su diseño plano y sin aberturas configura una estética moderna que hace innecesario el uso de cubreradiadores, que obligan a redimensionar la instalación.

● Máxima duración

La aleación especial utilizada en su fabricación resistente a la corrosión y una fabricación controlada, los hacen tan duraderos como su vivienda.

● Integración en instalaciones de baja temperatura

El gran poder de transmisión térmica del aluminio hace posible una elevada emisión térmica, que junto a la amplia gama de alturas disponibles permiten adaptarse de forma sumamente sencilla a instalaciones de baja temperatura, consiguiendo mejores sensaciones de confort térmico y mayores ahorros energéticos.

● Estanquidad total

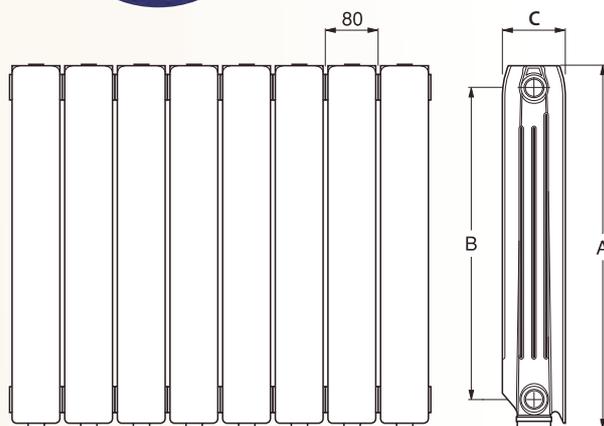
Nuestro sistema exclusivo de junta elástica entre elementos asegura una estanquidad indefinida.

Presión de servicio: 6 bar

Todos los elementos son probados, formando baterías, a una vez y media la presión de servicio, es decir, a 9 kg/cm²

● Perfecto acabado

Se suministran pintados individualmente con resinas epoxi polimerizadas, que le proporcionan un acabado de gran belleza y duración, montados en baterías de 2 a 12 elementos y protegidos por una gruesa funda de plástico retráctil y protectores laterales de cartón.



Especialmente indicado para trabajar en instalaciones de baja temperatura, con $\Delta T 40^{\circ}C$.
Datos técnicos en tabla

No aislar el radiador completamente de la instalación, salvo que esté equipado con purga automática. No aislar la instalación completa en caso de instalaciones centralizadas si no existen elementos de seguridad.
El valor del pH del agua debe estar entre 7 y 8. Además, el agua no debe tener características corrosivas que dañen a los materiales en general.

DATOS TÉCNICOS EUROPA C

CARACTERÍSTICAS		EUROPA 450 C	EUROPA 600 C	EUROPA 700 C	EUROPA 800 C	
Emisión térmica UNE EN 442	$\Delta T = 50^{\circ} C$	W	89,2	119,8	137,1	158,0
		kcal/h	76,7	103,0	117,9	135,8
	$\Delta T = 60^{\circ} C$	W	112,7	152,3	174,3	200,9
		kcal/h	96,9	131,0	149,8	172,8
	$\Delta T = 40^{\circ} C$	W	67,1	89,2	102,2	117,6
		kcal/h	57,7	76,8	87,9	101,2
	Emisión baja temperatura $\Delta T = 30^{\circ} C$	W	46,46	61,07	69,99	80,46
		kcal/h	39,96	52,52	60,19	69,19
Tª máxima de funcionamiento		110° C				
Exponente n		1,27784	1,31869	1,31598	1,32052	
Km		0,601947	0,688627	0,796525	0,901564	
Contenido agua	(litros)	0,31	0,39	0,45	0,50	
Peso	(kg)	1,04	1,34	1,57	1,85	
Dimensiones	A	(mm)	431	581	681	781
	B	(mm)	350	500	600	700
	C	(mm)	100	100	100	100
Conexiones	(Ø)	1"	1"	1"	1"	

Ecuación característica de cada modelo: $\Phi = Km \times \Delta T^n$

CAL 120/19

Síguenos en



Centro de Atención al DISTRIBUIDOR
madrid@ferroli.es
902 400 113

Ferroli
Centro de Atención PROFESIONAL
profesional@ferroli.es
902 48 10 10

Ferroli
Centro de atención y recepción de avisos USUARIO
usuario@ferroli.es
902 197 397

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



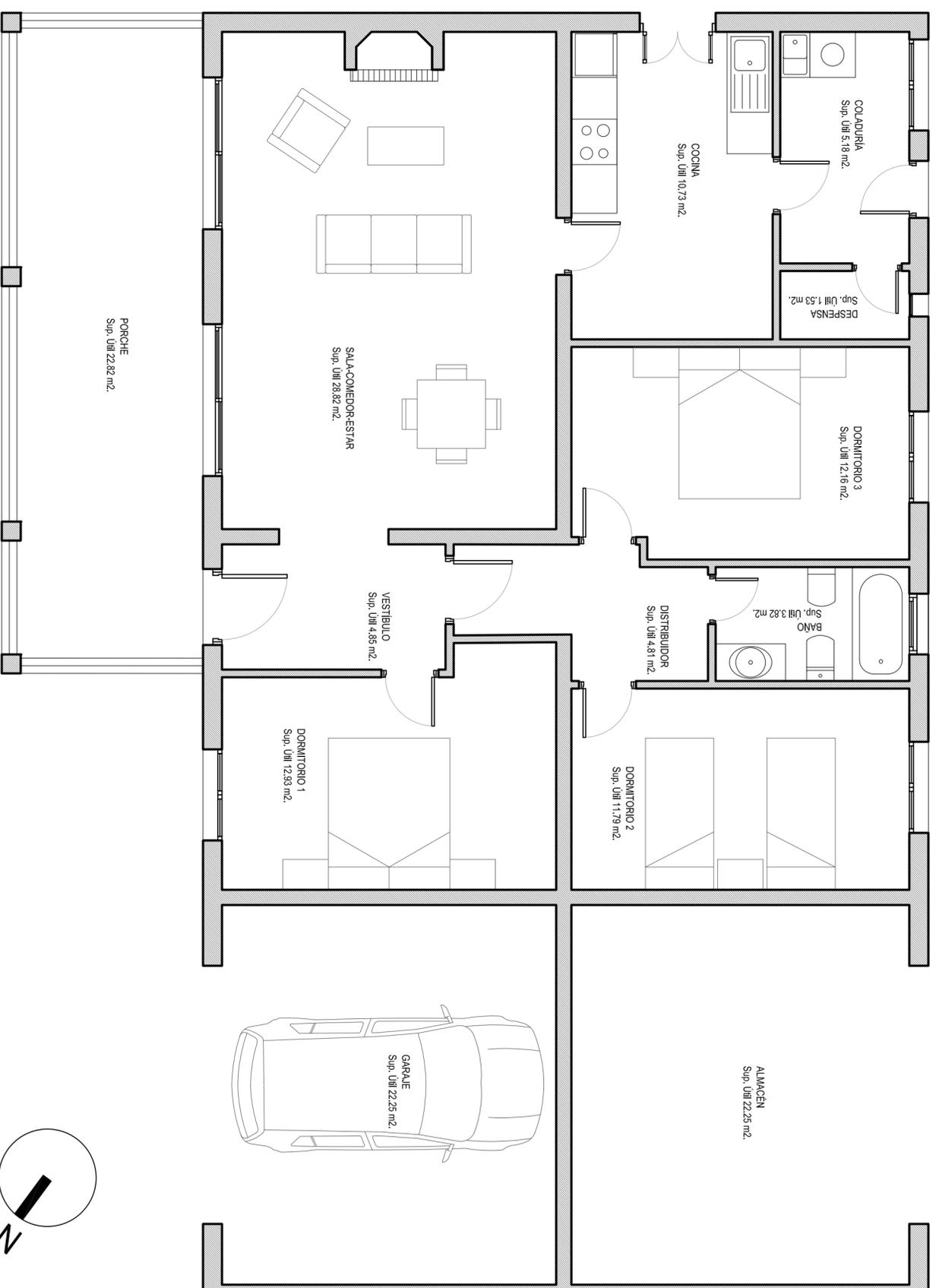
Ferroli

MÁS INFORMACIÓN : www.ferroli.com - Tfno.: 91 661 23 04 - info@ferroli.es

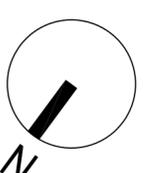
ANEXO VI PLANOS

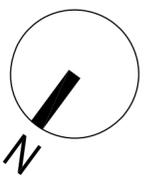
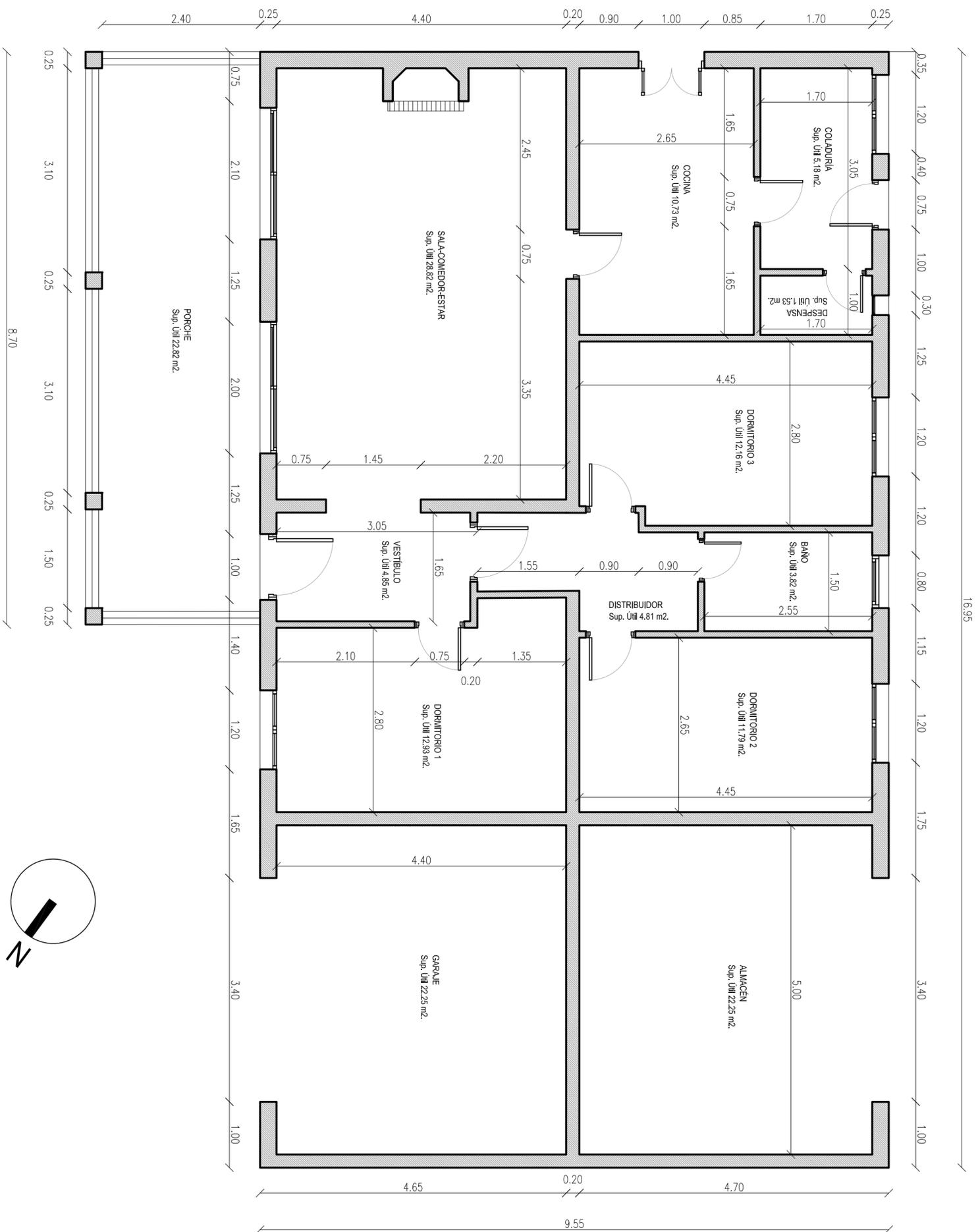
Índice de planos

01. Plano de situación y emplazamiento.
02. Plano de distribución y superficies.
03. Plano de cotas.
04. Plano de cubiertas.
05. Plano de alzados fachada principal y posterior.
06. Plano de alzados fachada lateral derecha – izquierda.
07. Plano de secciones.
08. Plano detalles constructivos.

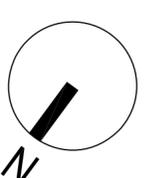
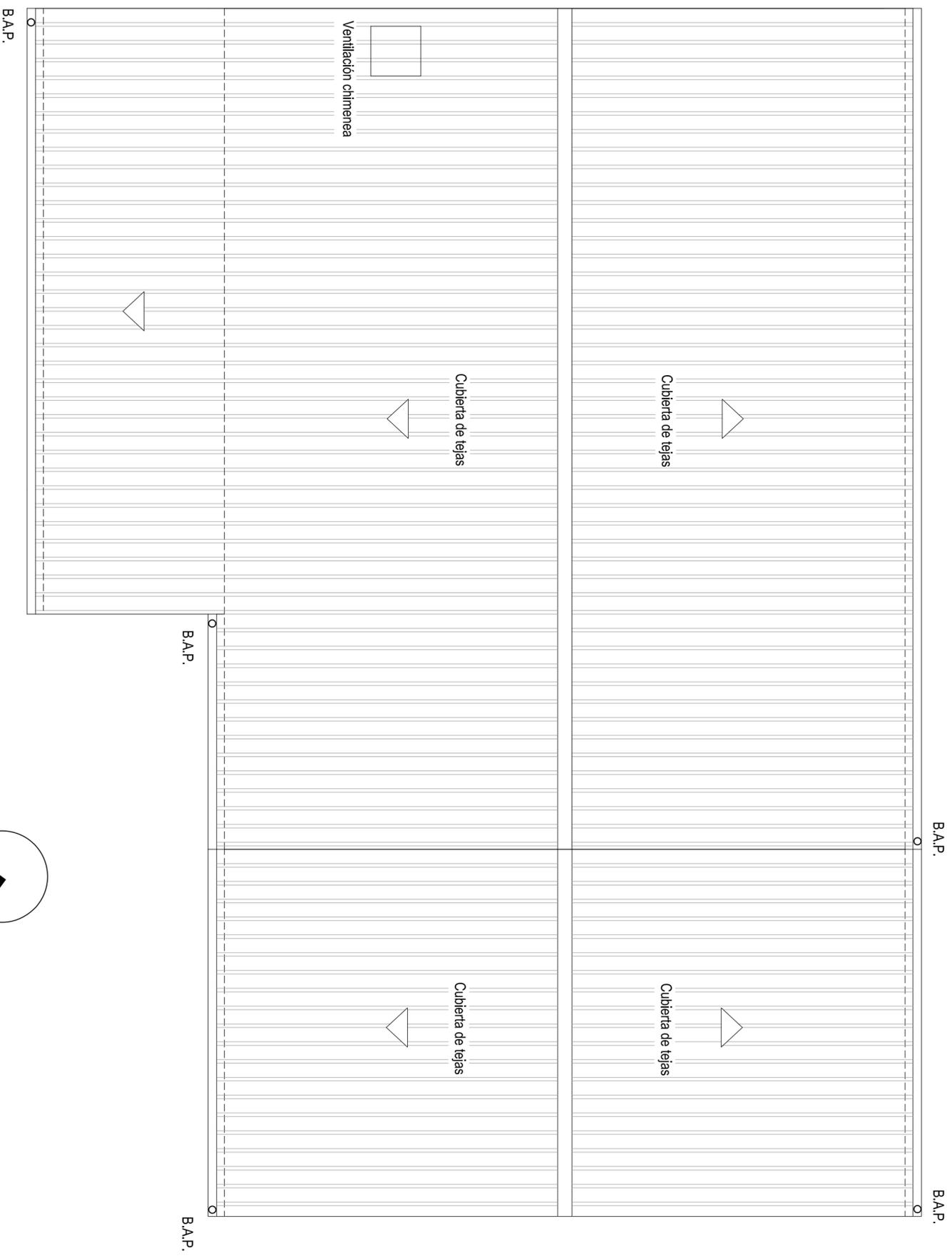


CUADRO DE SUPERFICIES INTERIORES		
Estancia	S.U. (m ²)	S.I. (m ²)
Dormitorio 1	12,93	1,44
Dormitorio 2	11,79	1,44
Dormitorio 3	12,16	1,44
Baño	3,82	0,8
Cocina	10,73	1
Sala-Comedor-Estar	28,82	-
Vestibulo	4,85	-
Distribuidor	4,81	-
Coladuria	5,18	1
Depensa	1,53	0,21
Almacén	22,25	7,14
Garaje	22,25	7,14
TOTAL SUPERFICIE INTERIOR	141,12	21,61

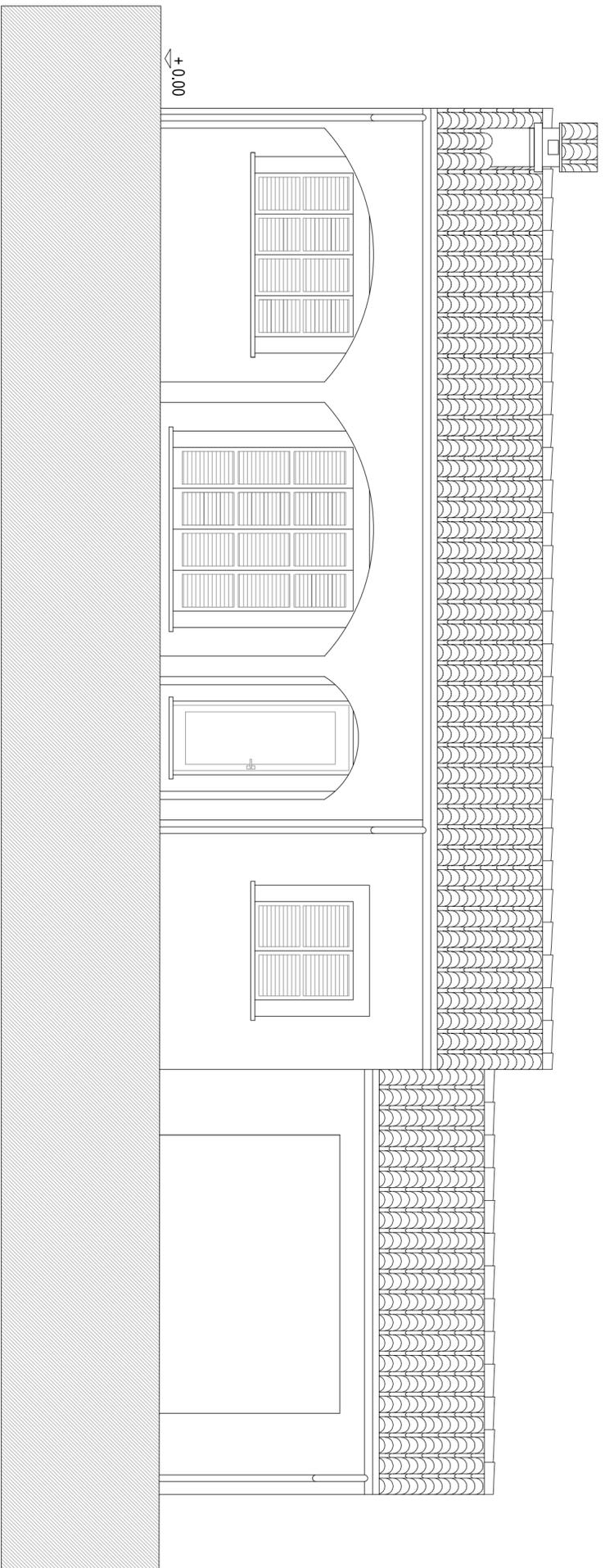




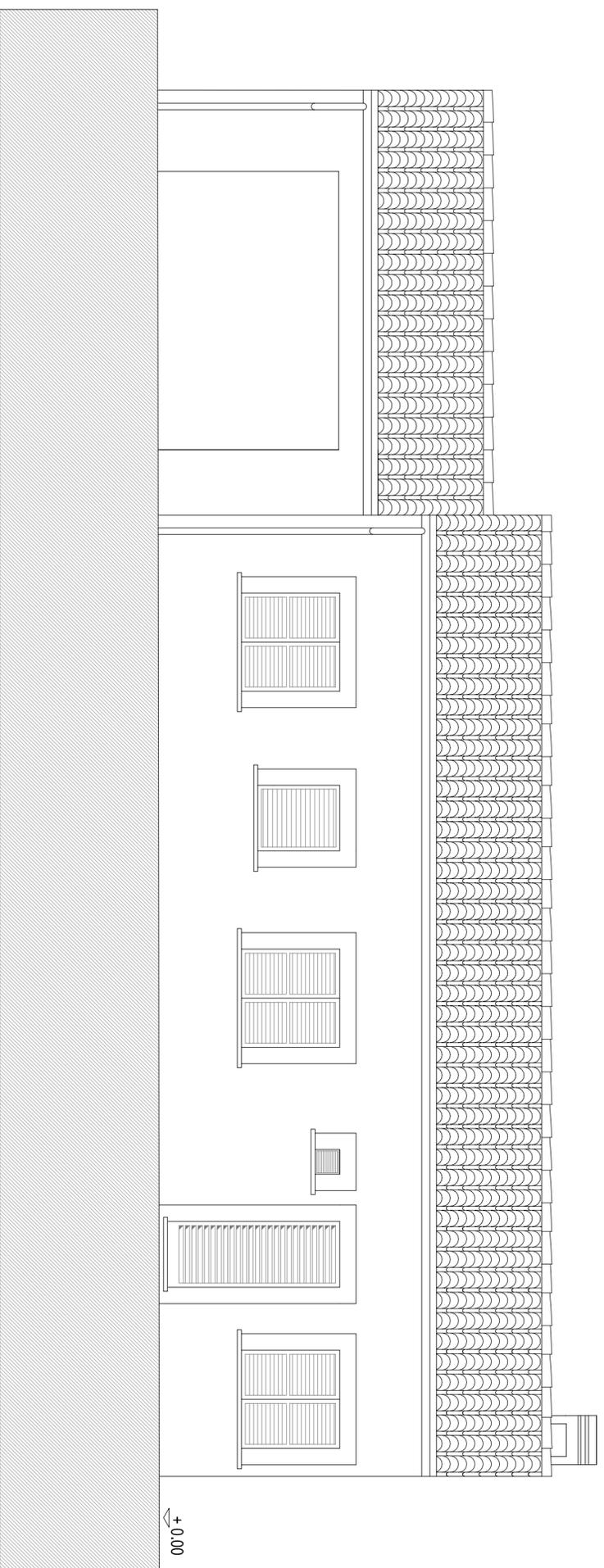
 Universitat <small>de les Illes Balears</small>	Proyecto:	ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE CERRAMENOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	Fecha:	JUN 2019
	Plano:	DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES	Escala:	1:50
Promotor:	Universidad de les Illes Balears		Calle:	C/ Punxet Nº 3, Establiments, Palma de Mallorca
			Nº Plano:	03



 Universitat de les Illes Balears		Proyecte: ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE CERRAMIENTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	Fecha: JUN 2019	Nº Projeo: 04
Plano: PLANO CUBIERTAS		Promotor: Universitat de les Illes Balears	Escala: 1:50	
Calle: C/ Punxet Nº 3, Establiments, Palma de Mallorca				

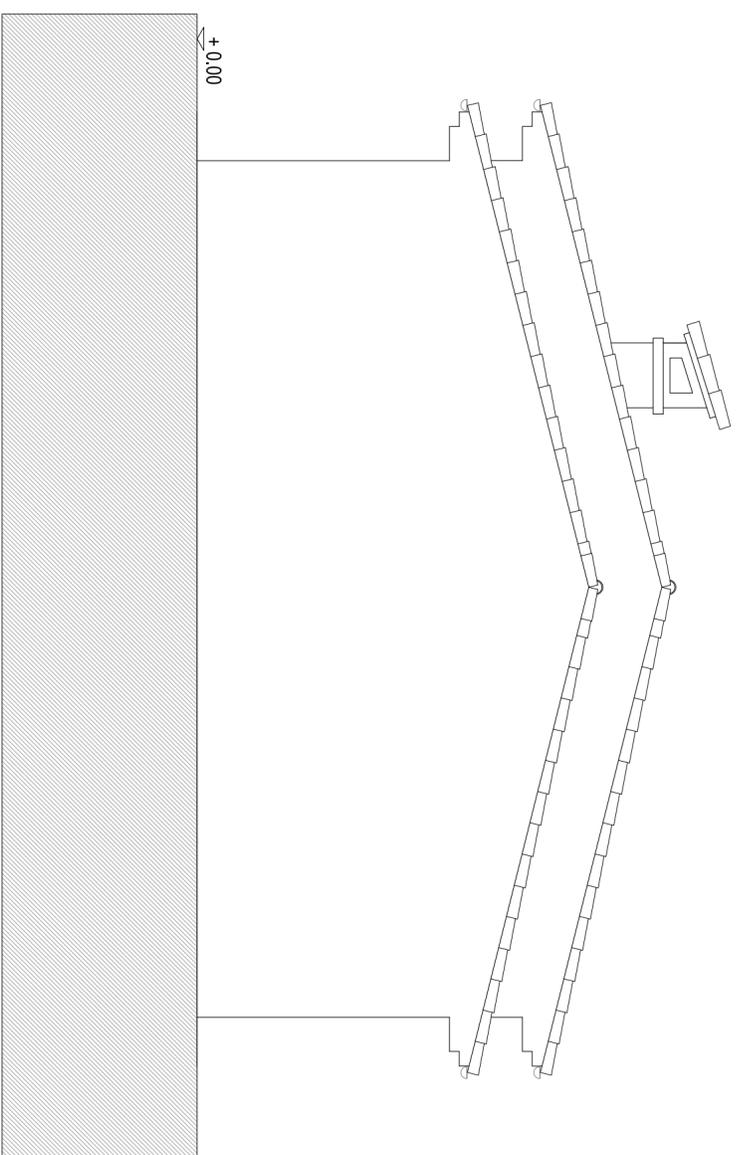


FACHADA PRINCIPAL

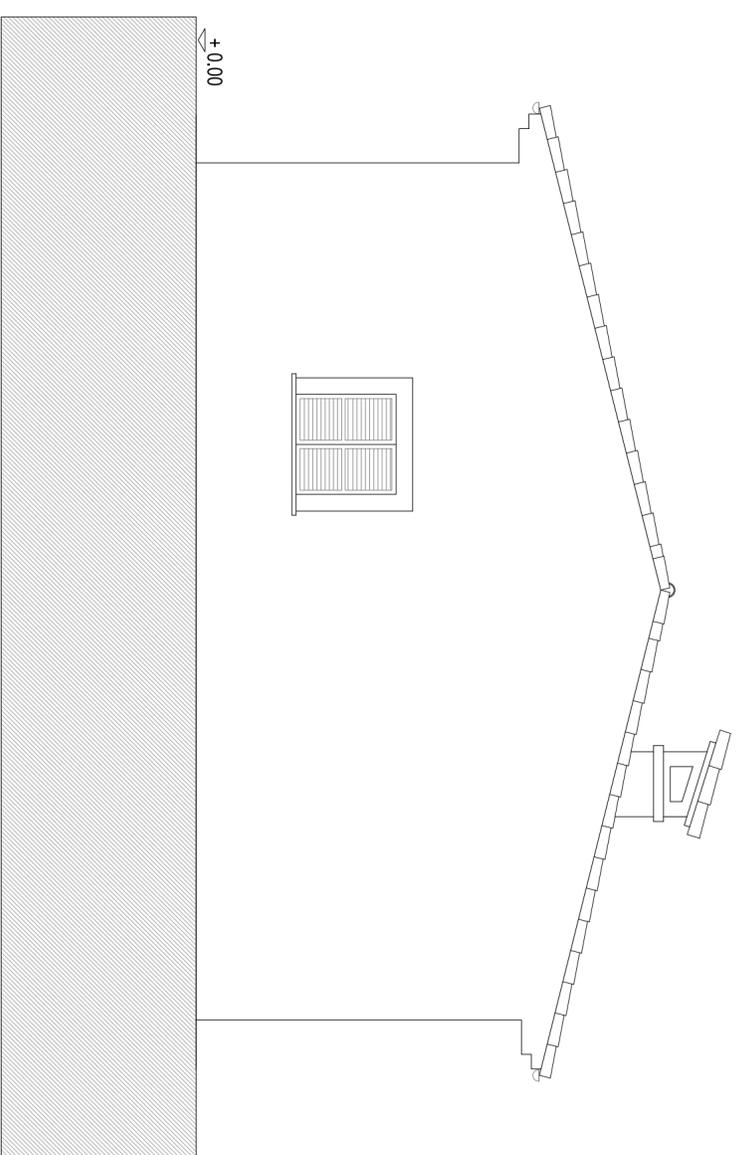


FACHADA POSTERIOR

	Proyecto:	ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE CERRAMIENTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	Fecha:	JUN 2019	Nº Proyecto: 05
	Plano:	ALZADO FACHADA PRINCIPAL Y POSTERIOR	Escala:	1:50	
Promotor:		Universidad de les Illes Balears	Calle:		
		C/ Punxet Nº 3, Entornaments, Palma de Mallorca			

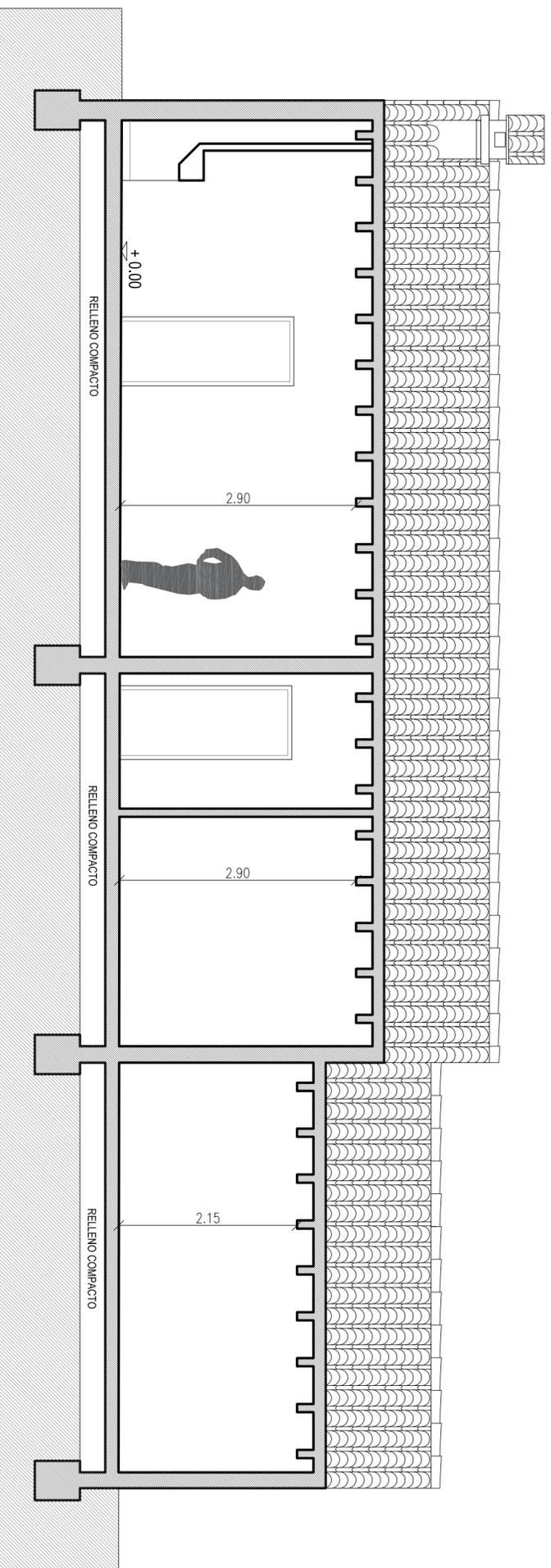


FACHADA LATERAL DERECHA

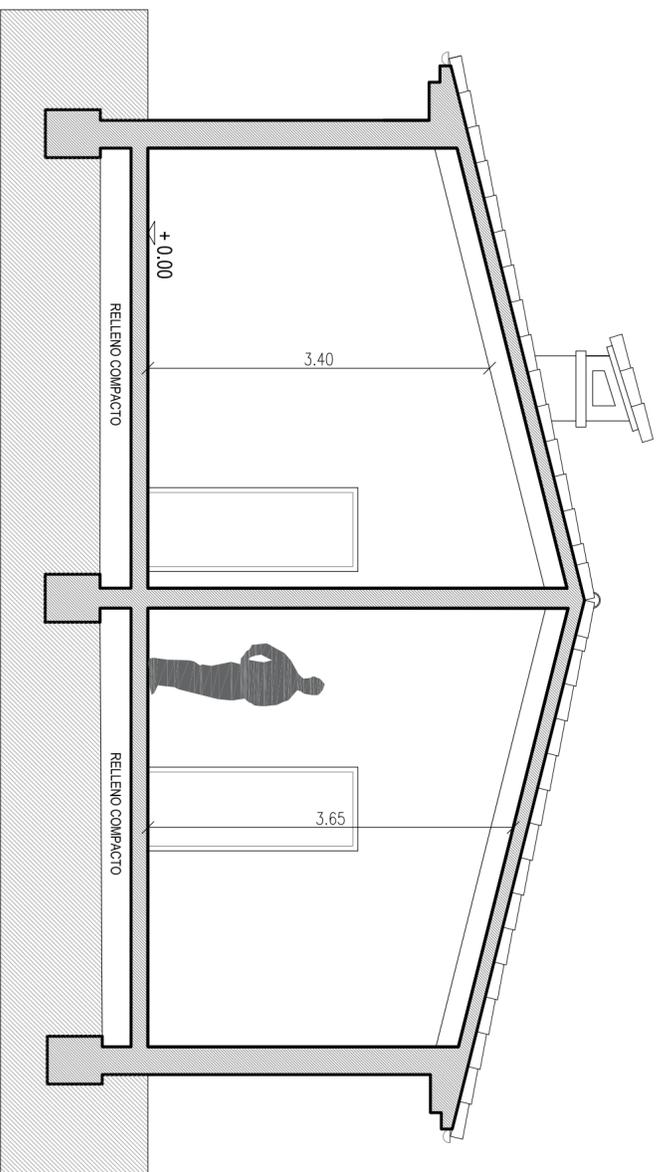


FACHADA LATERAL IZQUIERDA

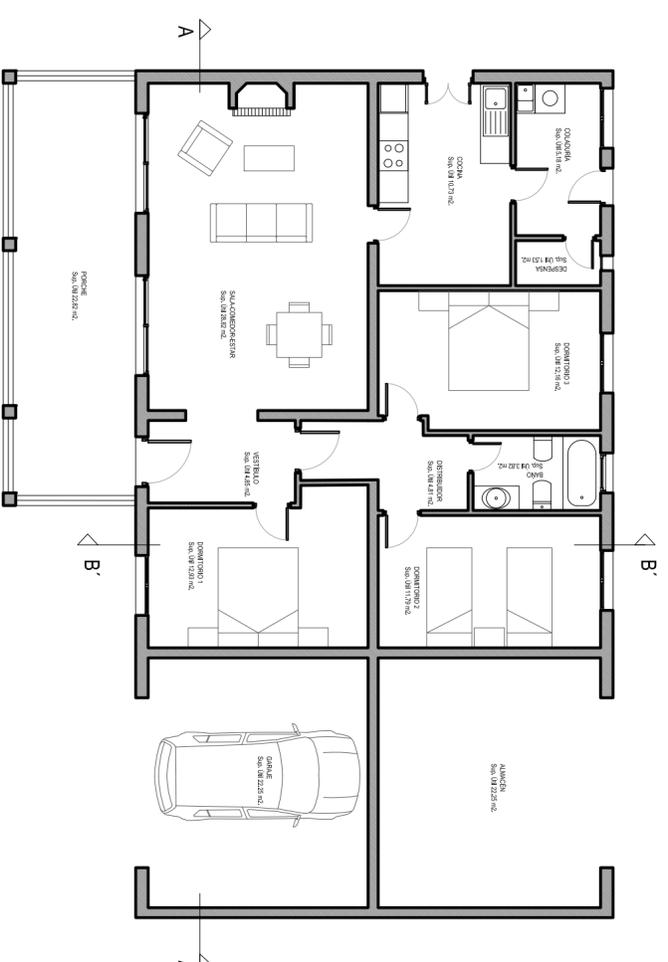
 Universitat de les Illes Balears		Proyecto: ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE CERRAMIENTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	Fecha: JUN 2019	Nº Proyecto: 06
Plano: ALZADO FACHADA LATERAL DERECHA - IZQUIERDA	Escala: 1:50	Promotor: Universidad de les Illes Balears		
Calle: C/ Punxet Nº 3, Establiments, Palma de Mallorca				



SECCION A-A'



SECCION B-B'



 Universitat de les Illes Balears	Proyecto:	ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE CERRAMIENTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	Fecha:	JUN 2019	Nº Proyecto: 07
	Plano:	PLANO SECCIONES	Escala:	1:50	
Promotor:		Universidad de les Illes Balears		Calle:	
				C/ Puzoset Nº 3, Establiments, Palma de Mallorca	

