

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA
EDIFICACIÓN. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN
EDIFICACIÓN. ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER. JULIO DE 2015

ALUMNO:

DAVID ORTEGA ESQUEMBRE

TITULACIÓN:

MÁSTER EN EDIFICACIÓN. ESPECIALIDAD TECNOLOGÍA

TUTOR:

IGNACIO GUILLÉN GUILLAMÓN

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Ignacio Guillén Guillamón, sin cuyos conocimientos y dedicación la elaboración de este trabajo hubiera resultado, al menos, mucho más complicada. Por sus clases, su saber hacer, su paciencia y su sentido del humor.

A ellos. A ella.

ÍNDICE DE LA DOCUMENTACIÓN

LISTADO DE FIGURAS	I
LISTADO DE TABLAS	II
SIMBOLOGÍA	IV
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	
2. OBJETIVOS	2
1. OBJETIVOS	
3. MARCO NORMATIVO Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
1. MARCO NORMATIVO	
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
4. METODOLOGÍA	10
1. PROCESO DE CÁLCULO	
2. ESTUDIO DEL CASO	
5. RESULTADOS	23
1. CASO 01. ESTADO INICIAL	
2. CASO 02. VARIACIÓN DE LOS HUECOS DE FACHADA	
3. CASO 03. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA FACHADA DE LOS ESPACIOS HABITABLES	
4. CASO 04. INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE SOMBRA EN FACHADAS Y HUECOS	
5. CASO 05. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS	
6. CASO 06. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA SOLERA	
7. CASO 07. TRATAMIENTO DE LOS PUENTES TÉRMICOS	
8. CASO 08. MEJORA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS	
9. CASO 09. INSTALACIÓN DE DOBLES VENTANAS EN LOS HUECOS DE LA VIVIENDA	
10. CASO 10. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES	
11. CASO 11. COMBINACIÓN ÓPTIMA DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS	
12. RESUMEN DE LOS VALORES OBTENIDOS	
6. CONCLUSIONES	56
7. BIBLIOGRAFÍA, NORMATIVA Y SOFTWARE UTILIZADO	58
ANEXOS A LA MEMORIA	60
I. PLANOS DE LA VIVIENDA. ESTADO INICIAL Y FINAL	
II. RESUMEN DE CASOS EVALUADOS	
III. RESUMEN DE LOS VALORES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	
IV REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	
V CARACTERIZACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO DEL VOLADIZO (CASO 07)	
VI CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN EL CASO ÓPTIMO	
VII HOJAS DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	
VIII REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS MODELOS DE LA HU-LC	

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Tipologías de fachada estudiadas
Figura 2.	Elementos de sombra utilizados
Figura 3.	Cubierta tipo utilizada
Figura 4.	Solera tipo utilizada
Figura 5.	Ejemplos de puentes térmicos: Pilar integrado en fachada y cubierta con fachada
Figura 6.	Ejemplos de puentes térmicos: Cubierta en voladizo
Figura 7.	Esquema de instalación de ventanas dobles
Figura 8.	Situación y composición tipo de la envolvente de los espacios no habitables
Figura 9.	Vista aérea de la parcela
Figura 10.	Vistas desde el interior de la parcela
Figura 11.	Tipología de vivienda. Esquema de soleamiento
Figura 12.	Esquema de protecciones solares a sur en verano
Figura 13.	Esquema de protecciones solares a este y oeste en verano
Figura 14.	Soleamiento en el solsticio de invierno
Figura 15.	Soleamiento en el solsticio de verano
Figura 16.	Forma general de la vivienda
Figura 17.	Implantación en la parcela
Figura 18.	Implantación en la parcela
Figura 19.	Caso 02. Evolución de la demanda energética
Figura 20.	Caso 03. Evolución de la demanda energética
Figura 21.	Caso 04. Evolución de la demanda energética
Figura 22.	Caso 05. Evolución de la demanda energética
Figura 23.	Caso 06. Evolución de la demanda energética
Figura 24.	Caso 07. Evolución de la demanda energética
Figura 25.	Caso 08. Evolución de la demanda energética
Figura 26.	Caso 09. Evolución de la demanda energética
Figura 27.	Caso 10. Evolución de la demanda energética
Figura 28.	Caso 11. Reparto de cargas térmicas por elemento
Figura 29.	Casos 01-11. Evolución de la demanda energética con CE ³ X
Figura 30.	Casos 01-11. Evolución de la demanda energética con la HU L-C
Figura 31.	Casos 01-11. Comparación de la demanda de calefacción con CE ³ X y la HUL-C
Figura 32.	Casos 01-11. Comparación de la demanda de refrigeración con CE ³ X y la HUL-C
Figura 33.	Casos 01-11. Evolución de las cargas térmicas

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción
Tabla 2.	Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas
Tabla 3.	Absortividad del marco para radiación solar α
Tabla 4.	Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica
Tabla 5.	Transmitancia límite normativa de huecos
Tabla 6.	Transmitancia límite de huecos del proyecto
Tabla 7.	Propiedades térmicas de las ventanas dobles
Tabla 8.	Coefficiente de reducción de temperatura b
Tabla 9.	Factor de sombra en los huecos de la vivienda
Tabla 10.	Características geométricas de los elementos de vegetación
Tabla 11.	Características de las ventanas dobles utilizadas
Tabla 12.	Condiciones climáticas de la localidad (Yecla)
Tabla 13.	Valores considerados para el cálculo de la demanda energética
Tabla 14.	Valores máximos normativos de demanda energética
Tabla 15.	Valores considerados para el cálculo de cargas térmicas
Tabla 16.	Superficie de huecos y fachadas del Caso 01
Tabla 17.	Composición de fachadas del Caso 01
Tabla 18.	Composición de cubiertas del Caso 01
Tabla 19.	Composición de solera del Caso 01
Tabla 20.	Longitud y transmitancia térmica lineal de puentes térmicos del Caso 01
Tabla 21.	Características térmicas de los huecos del Caso 01
Tabla 22.	Características térmicas de los espacios no habitables del Caso 01 y sus envolventes
Tabla 23.	Demanda energética resultante del Caso 01
Tabla 24.	Cargas térmicas resultantes del Caso 01
Tabla 25.	Cargas térmicas resultantes del Caso 01 repartidas por elementos
Tabla 26.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 02
Tabla 27.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 02
Tabla 28.	Demanda energética resultante del Caso 02
Tabla 29.	Cargas térmicas resultantes del Caso 02
Tabla 30.	Cargas térmicas resultantes del Caso 02 repartidas por elementos
Tabla 31.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 03
Tabla 32.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 03
Tabla 33.	Demanda energética resultante del Caso 03
Tabla 34.	Cargas térmicas resultantes del Caso 03
Tabla 35.	Cargas térmicas resultantes del Caso 03 repartidas por elementos
Tabla 36.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 04
Tabla 37.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 04
Tabla 38.	Demanda energética resultante del Caso 04
Tabla 39.	Cargas térmicas resultantes del Caso 04
Tabla 40.	Cargas térmicas resultantes del Caso 04 repartidas por elementos
Tabla 41.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 03
Tabla 42.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 05
Tabla 43.	Demanda energética resultante del Caso 05
Tabla 44.	Cargas térmicas resultantes del Caso 05
Tabla 45.	Cargas térmicas resultantes del Caso 05 repartidas por elementos
Tabla 46.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 06
Tabla 47.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 06
Tabla 48.	Demanda energética resultante del Caso 06
Tabla 49.	Cargas térmicas resultantes del Caso 06

Tabla 50.	Cargas térmicas resultantes del Caso 06 repartidas por elementos
Tabla 51.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 07
Tabla 52.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 07
Tabla 53.	Datos obtenidos del estudio del puente térmico del voladizo con el software Therm
Tabla 54.	Demanda energética resultante del Caso 07
Tabla 55.	Cargas térmicas resultantes del Caso 07
Tabla 56.	Cargas térmicas resultantes del Caso 07 repartidas por elementos
Tabla 57.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 08
Tabla 58.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 08
Tabla 59.	Demanda energética resultante del Caso 08
Tabla 60.	Cargas térmicas resultantes del Caso 08
Tabla 61.	Cargas térmicas resultantes del Caso 08 repartidas por elementos
Tabla 62.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 09
Tabla 63.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 09
Tabla 64.	Demanda energética resultante del Caso 09
Tabla 65.	Cargas térmicas resultantes del Caso 09
Tabla 66.	Cargas térmicas resultantes del Caso 09 repartidas por elementos
Tabla 67.	Resumen de los apartados estudiados en el Caso 10
Tabla 68.	Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 10
Tabla 69.	Demanda energética resultante del Caso 10
Tabla 70.	Cargas térmicas resultantes del Caso 10
Tabla 71.	Cargas térmicas resultantes del Caso 10 repartidas por elementos
Tabla 72.	Superficie de huecos y fachadas del caso óptimo
Tabla 73.	Composición de fachadas del caso óptimo
Tabla 74.	Protecciones solares consideradas en el caso óptimo
Tabla 75.	Composición de cubiertas del caso óptimo
Tabla 76.	Composición de solera del caso óptimo
Tabla 77.	Longitud y transmitancia térmica lineal de puentes térmicos del caso óptimo
Tabla 78.	Características térmicas de los huecos del caso óptimo
Tabla 79.	Características térmicas de los espacios no habitables del caso óptimo y sus envolventes
Tabla 80.	Demanda energética resultante del caso óptimo
Tabla 81.	Cargas térmicas resultantes del caso óptimo
Tabla 82.	Cargas térmicas resultantes del caso óptimo repartidas por elementos
Tabla 83.	Resumen de demandas energéticas para los diferentes casos con los dos métodos de cálculo utilizados
Tabla 84.	Resumen de cargas térmicas para los diferentes casos
Tabla 85.	Comparación de los valores de transmitancia térmica obtenidos con los máximos normativos
Tabla 86.	Comparación de los valores de demanda energética obtenidos con los máximos normativos

SIMBOLOGÍA

α	Absortividad del marco para radiación solar
AHC	
Q_l	Calor latente (W)
Q_s	Calor sensible (W)
$Q_{s,cal}$	Calor sensible de calefacción (W)
$Q_{s,ref}$	Calor sensible de refrigeración (W)
b	Coefficiente de reducción de temperatura
U_t :	Coefficiente de transmisión térmica (W/m^2K)
λ	Conductividad térmica (W/mK)
D_{cal}	Demanda de calefacción ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)
$D_{cal,base}$	Demanda de calefacción base
$D_{cal,lim}$	Demanda de calefacción límite ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)
D_{ref}	Demanda de refrigeración ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)
$D_{ref, lim}$	Demanda de refrigeración límite ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)
ϵ	Emisividad del vidrio
EH	Espacio habitable
ENH	Espacio no habitable
e	Espesor (m)
e_{at}	Espesor aislamiento (m)
e_{cub}	Espesor cubierta (m)
e_{fac}	Espesor fachada (m)
e_{sol}	Espesor solera (m)
FCS	Factor calor sensible
$F_{cal,sup}$	Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción
g	Factor solar parte semitransparente del hueco a incidencia normal
Fs	Factor sombra en lamas
FM	Fracción del hueco ocupada por el marco ($\%$)
$\varphi_{e,m}$	Humedad relativa exterior de la capital de provincia (Murcia) ($\%$)
$\varphi_{e,loc}$	Humedad relativa exterior de la localidad (Yecla) ($\%$)
L_x :	Longitud elemento considerado en el eje x (m)
L_y :	Longitud elemento considerado en el eje y (m)
L_t :	Longitud total del puente térmico (m)
L_v	Longitud voladizo (m)
m	Masa superficial (kg/m^2)
$P_{sat,m}$	Presión de saturación capital de provincia (Murcia) (Pa)
$P_{sat,loc}$	Presión de saturación localidad (Yecla) (Pa)
$P_{e,m}$	Presión de vapor capital de provincia (Murcia) (Pa)
R_{at}	Resistencia térmica del aislamiento (m^2K/W)
R_{se}	Resistencia térmica superficial exterior de cerramientos en contacto con el aire exterior (m^2K/W)
R_{si}	Resistencia térmica superficial interior de cerramientos en contacto con el aire exterior (m^2K/W)
RPT:	Rotura de puente térmico
LH	Sistema de lamas horizontales
LV	Sistema de lamas verticales
S	Superficie (m^2)
A_{nh-e} (m^2)	Superficie de los cerramientos que separa los EH del exterior (m^2)
A_{h-nh} (m^2)	Superficie de la partición que separa los EH de los ENH (m^2)
U	Transmitancia térmica (W/m^2K)
L2D:	Transmisión térmica total en 2D (W/mK)
ψ	Transmitancia térmica lineal (W/mK)
U_x :	Transmitancia térmica lineal del puente térmico en el eje x (W/m^2K)
U_y :	Transmitancia térmica lineal del puente térmico en el eje y (W/m^2K)

Ψ_f	Transmitancia térmica lineal final (W/mK)
Ψ_o	Transmitancia térmica lineal inicial (W/mK)
$U_{h,m}$	Transmitancia térmica marco (W/m ² K)
U_H	Transmitancia térmica hueco (W/m ² K)
$U_{H,lim}$	Transmitancia térmica límite del hueco (W/m ² K)
U_p	Transmitancia térmica partición interior (W/m ² K)
$U_{h,v}$	Transmitancia térmica vidrio (W/m ² K)
$V(x)$	Voladizo de determinada longitud (m)

RESUMEN

El agotamiento de los recursos naturales y el deterioro progresivo del medio ambiente, unido a la situación actual de crisis económica, ha puesto de actualidad conceptos como el de consumo energético responsable, pobreza energética o arquitectura medioambientalmente eficiente. La aparición, a principios del siglo XX, de sistemas de climatización artificiales, supuso un rechazo por parte de los proyectistas de los conocimientos adquiridos por la arquitectura tradicional a lo largo de los siglos ligados a la adaptación de la misma al clima y al entorno; las técnicas pasivas de control ambiental dejaron de ser necesarias, puesto que los sistemas industrializados permitían la creación de microclimas de confort en el interior de los edificios.

La construcción, mantenimiento y uso de los edificios supone casi la mitad de la energía total consumida en la Unión Europea, suponiendo un tercio de las emisiones totales de CO₂ equivalente. La normativa europea y estatal en materia de construcción va encaminada, en los últimos años, a la reducción del consumo energético de los edificios, por un lado, y de la demanda energética de los mismos por el otro, entendiendo la demanda energética como la cantidad de energía que necesita un edificio para alcanzar en su interior las condiciones mínimas establecidas de confort. Dicha demanda es independiente de la potencia y rendimiento de los equipos instalados en su interior, esto es, depende únicamente de las estrategias pasivas que se tomen durante el diseño del mismo: la orientación, el aislamiento de la envolvente térmica y la ventilación serán fundamentales para la determinación de dicha demanda.

El presente trabajo se desarrolla en paralelo al proyecto de ejecución de una vivienda unifamiliar; se estudiará a lo largo de su desarrollo la influencia que determinados elementos de la envolvente térmica de la vivienda tienen sobre la demanda energética de la misma y se seleccionarán los sistemas o combinación de sistemas óptimos bajo criterios de ahorro energético, pero también presupuestarios, contractuales y estéticos. Dichos valores de demanda energética se obtendrán a partir de simulaciones informáticas en las que se variarán progresivamente las características de los diferentes elementos que forman la envolvente térmica de la vivienda, simulaciones que, por el carácter oficial del software utilizado, se suponen lo suficientemente próximas a la realidad como para ser consideradas representativas.

Pretende servir, por tanto, como documento de apoyo a la redacción del proyecto, de forma que las decisiones que puedan afectar al confort de los usuarios y al consumo energético de la vivienda puedan tomarse en base a los valores obtenidos, o, si acaso, para que dichas decisiones se tomen de forma consecuente desde la comprensión del funcionamiento climático del edificio.

ABSTRACT

The decrease of natural resources and the progressive shading of the environment, coupled with the current economic crisis, has current concepts such as responsible energy use, energy poverty or environmentally efficient architecture. The emergence, in the early twentieth century, of artificial air conditioning systems, was a rejection of the designers of the knowledge acquired by the traditional architecture throughout the centuries related to the adaptation of it to the climate and the environment; passive environmental control techniques were no longer necessary, since industrialized systems allow the creation of microclimates of comfort inside buildings.

Construction, maintenance and use of buildings represents almost half of the total energy consumed in the EU, assuming a third of total emissions of CO₂ equivalent. European and national regulations on construction aims in recent years to reduce energy consumption of buildings, on the one hand, and energy demand for them on the other, understanding the energy demand and the amount of energy needed to achieve inside buildings the minimum conditions of comfort. This demand is independent of the power and performance of equipment installed inside, that is, depends only on passive strategies taken during the design: orientation, thermal envelope insulation and ventilation will be critical to the determination of the demand.

This work takes place in parallel to the working project a single family home; will be studied throughout its development the influence of certain elements of the thermal envelope of the house have on energy demand for it and the systems or combination of systems under optimum energy saving criteria will be selected, but also budgetary, contractual and esthetic. These values of energy demand will be obtained from computer simulations in which progressively will differ the characteristics of the different elements of the thermal envelope of the house, simulations that, for the official nature of the software used, are supposed sufficiently close to reality to be considered representative.

Aims to serve as a supporting document to the drafting, so, in case therefore that the decisions that may affect user comfort and energy consumption of housing can be made based on the values obtained, or, so that these decisions are made consistently from understanding climate operation of the building.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que el sector de la edificación consume aproximadamente el 40 % de la energía total consumida en la Unión Europea, incluyendo la construcción, mantenimiento y el uso de los edificios¹. Por otro lado, un tercio de las emisiones de CO₂ equivalentes son provocadas por la construcción y el uso de los mismos.

En España, con un clima suave, la energía consumida en calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación es la principal responsable de dichas emisiones; esto evidencia la poca conciencia medioambiental que ha habido en nuestro país en el ámbito de la edificación comparados con la mayoría de los países centroeuropeos, que con climas más severos tienen unos consumos energéticos mucho menores.

El presente trabajo pretende dotar al proyectista de información suficiente para la toma de decisiones relacionadas con estrategias pasivas de sostenibilidad y eficiencia energética. Para ello se procederá a cuantificar la energía que una vivienda unifamiliar demandará para mantener en su interior unas condiciones mínimas de confort y se estudiará la influencia que sobre esa cantidad de energía tiene diferentes modificaciones en la composición de los diferentes elementos que forman la envolvente térmica de la vivienda, siempre buscando el cumplimiento de la normativa actual en materia de eficiencia energética, esto es, del *Documento Básico de Ahorro de Energía* (en adelante DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), y en concreto lo establecido en el *DB-HE1 Limitación de la demanda energética*.

Se trata por tanto de un trabajo de investigación basado en simulaciones informáticas, ante la imposibilidad material de ejecutar cada una de las soluciones citadas, pero con el mismo valor teórico.

Los diferentes casos estudiados se limitarán a la modificación de las características de dichos cerramientos con el fin de reducir la potencia térmica y la demanda energética del edificio para ofrecer unas condiciones mínimas de confort térmico en su interior, pero no se procederá a la selección de los equipos de calefacción y refrigeración que ayudarán a obtener esas condiciones.

Tras este estudio, se estará en condiciones de proyectar una vivienda con una baja demanda energética y una necesidad de potencia térmica limitada, y serán los propietarios de la vivienda los que decidirán los sistemas con los que aportarán dicha potencia con el asesoramiento técnico preciso. Esta selección de sistemas, así como el aprovechamiento de energías renovables, se consideran de vital importancia, pero se aleja de los objetivos principales del presente trabajo, a juicio del autor. En este sentido, se calcula también la potencia térmica necesaria para acondicionar el interior de la vivienda, que servirá de apoyo para la elección de dichos sistemas.

En el marco del desarrollo del proyecto de ejecución, tras la elección de los sistemas de climatización y la introducción de energías renovables, se estará en condiciones de evaluar el cumplimiento del *DB-HE0 Limitación del consumo energético* y, si cabe, estudiar el consumo final de energía primaria de la vivienda.

¹ Wassouf, M., *De la casa pasiva al estándar Passivhaus*, Gustavo Gili, Barcelona, 2014, 8.

2. OBJETIVOS

1. OBJETIVOS

Se establecen como objetivos del presente trabajo los siguientes:

- Diseñar una metodología de trabajo que sirva como apoyo a la redacción del Proyecto de ejecución de la vivienda unifamiliar objeto de estudio en materia de eficiencia energética.
- Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración de la vivienda y la influencia real que tienen sobre ella los diferentes elementos de la envolvente térmica del edificio, así como las distintas composiciones de los mismos.
- Valorar la idoneidad de los diferentes sistemas constructivos estudiados bajo criterios energéticos, económicos, estéticos y de confort.
- Determinar la composición o combinación de composiciones óptima de los elementos que conforman la envolvente del edificio cumpliendo con la normativa actual en materia de eficiencia energética.
- En ese sentido, limitar los valores de demanda energética del edificio, en cumplimiento del *DB-HE 1 Limitación de la demanda energética* del CTE.
- Limitar, además, los valores de demanda energética del edificio con el fin de conseguir las condiciones de confort establecidas en su interior con estrategias pasivas, y con un bajo consumo energético.
- Sentar las bases para la evaluación posterior del cumplimiento del *DB-HE 0 Limitación del consumo energético*, en el marco del desarrollo del citado Proyecto de ejecución.
- Evaluar las cargas térmicas de calefacción y refrigeración que el interior del edificio intercambia con el exterior y, por tanto, la potencia necesaria para la elección de los equipos de climatización a instalar en el mismo.

3. MARCO NORMATIVO Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. MARCO NORMATIVO

LAS NORMAS BÁSICAS DE LA EDIFICACIÓN (NBE)

La primera normativa española que introdujo la obligatoriedad del uso de aislamiento térmico en edificación fue la NBE-CT-79, con la finalidad de promover el ahorro energético debido al encarecimiento de la energía. Los edificios construidos con anterioridad a esa fecha, por lo tanto, no estaban aislados térmicamente casi con total seguridad.

Entre 1980 y 2006 (entrada en vigor del CTE) se construyeron en España 8.500.000 viviendas siguiendo el criterio, todavía poco exigente, de la NBE-CT-79. Así las cosas, en torno al 70 % de las viviendas españolas no están aisladas o lo están de forma deficiente.

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)²

La normativa en vigor en España en materia de edificación es el CTE, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, da respuesta a algunos de los objetivos de la directiva 2002/91/CE en materia de eficiencia energética.

LAS DIRECTIVAS EUROPEAS “ENERGY PERFORMANCE OF BUILDING DIRECTIVE” (EPBD)

La Unión Europea pretende reducir los gases de efecto invernadero en un 90 % para 2050; con efecto más inmediato, la directiva 2012/27/UE de eficiencia energética, que deroga a las anteriores 2010/31/UE y 2002/91/CE, responde al acuerdo 20-20-20 del 12/2008 del Parlamento Europeo, según el cual en 2020 se pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 %, conseguir que las energías renovables cubran un 20 % del consumo energético y reducir el consumo de energía primaria en un 20 %.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, establece, en cumplimiento de los objetivos de la directiva 2002/91/CE, el procedimiento para la realización del Certificado de Eficiencia Energética, obligatorio para todos los edificios nuevos construidos a partir de noviembre de 2007.

Posteriormente, el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, establece la obligatoriedad de la realización de dicho certificado en edificios existentes.

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)

El Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) con la finalidad de actualizar el anterior reglamento, aprobado por el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, ante la necesidad de transponer la Directiva 2002/91/CE.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el Real Decreto se plasman en³:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.

² España. *Real Decreto 314/2006*, de 17 de marzo, por el que se aprueba el *Código Técnico de la Edificación* (CTE).

³ España. *Real Decreto 1027/2007*, de 20 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (RITE).

- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas. Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Finalmente, con la finalidad de trasponer la Directiva 2010/31/UE, se modifican determinados artículos del Reglamento, según el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

PLAN DE ACCIÓN DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2011-2020

Los países miembros de la Unión Europea deben trasladar a sus normativas estatales dichas directrices, con la obligación de endurecerlas cada 3 años con el objetivo de cumplir el acuerdo 20-20-20.

Adaptándose a este Plan de acción, en 2013 se actualizó el *Documento Básico de Ahorro de Energía (HE)* del CTE, reduciendo drásticamente la demanda energética máxima de los edificios en función de su uso y zona climática. En la práctica, los espesores de aislamiento térmico se han duplicado y se hace prácticamente imprescindible el estudio y control de los puentes térmicos del edificio.

Por otro lado, la citada actualización de este Documento Básico, se introdujo una nueva sección: la HE0 Limitación del consumo energético, que pretende limitar el consumo que no proceda de fuentes de energía renovables.

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. INFORME DE EVALUACIÓN DE EDIFICIOS (IEE) Y AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

En la situación actual de crisis económica y de la construcción y el envejecimiento del parque edificatorio español, parece evidente la necesidad de una regeneración del mismo, tanto a nivel de conservación y de adaptación a normativas actuales en materia de accesibilidad como de eficiencia energética.

En este contexto surge el Real Decreto 233/2013⁴, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2013-2016. Incluye, entre otros, subvenciones para hacer frente a los gastos derivados de la rehabilitación edificatoria, además de la obligatoriedad de contar con el Informe de Evaluación de Edificios, para edificios antiguos o para los que soliciten dichas subvenciones. El propio Real Decreto lo define como "Informe (...) que incluya el análisis de las condiciones de accesibilidad, eficiencia energética y estado de conservación de los mismos".

También el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (en adelante IDAE) pone en marcha en 2015 el programa PAREER-CRECE⁵ (Programa de Ayudas para la rehabilitación Energética de Edificios Existentes, según la Resolución de 24 de marzo de 2015 del IDAE, en sustitución del anterior programa PAREER, "Con el fin de incentivar y promover la realización de actuaciones de reforma que favorezcan el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética, el aprovechamiento de las energías renovables y la reducción de emisiones de dióxido de carbono, en los edificios existentes"

⁴ España. *Real Decreto 233/2013*, de 5 de abril, por el que se aprueba el *Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2013-2016*.

⁵ España. *Resolución de 24 de marzo de 2015*, por el que se aprueba el *Programa de Ayudas para la rehabilitación Energética de Edificios Existentes* del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (PAREER-CRECE).

EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO (EECN)

Se definen los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN) como aquellos en los que la cantidad casi nula o muy baja de energía deberá estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida la producida in situ o en el entorno⁶. Sin una definición más exacta, se entiende que son edificios con una gran limitación de la demanda y el consumo energético y mayor aprovechamiento de energías renovables.

Se pueden distinguir, dentro del concepto de EECN, los siguientes subconceptos⁷:

- Energía nula en parcela. Se genera la misma energía que se consume posteriormente.
- Energía nula en fuente. Se genera o compra tanta energía renovable como energía primaria se consume.
- Energía casi nula en costes energéticos. El usuario paga por la energía no renovable consumida la misma cantidad que la que recibe por la venta de energía renovable producida en la parcela.
- Energía casi nula en emisiones. Las emisiones derivadas por el uso del edificio son contrarrestadas por la cantidad de energía renovable producida en el mismo.

En este contexto, y tras las sucesivas actualizaciones del CTE, en el año 2020 (2018 para los edificios públicos) todos los edificios nuevos construidos en España deberán ser Edificios de Consumo de Energía casi Nulo.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Se procede a continuación a hacer una breve introducción a los fundamentos teóricos y normativos que sirven como base de los cálculos realizados. Se trata de una profundización en algunos aspectos de la normativa citada (principalmente el CTE) que servirá para entender y cuantificar los conceptos que posteriormente se utilizarán en el apartado correspondiente a la exposición de resultados.

2.1. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética máxima de calefacción y refrigeración ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$), entendida como “la cantidad de energía que hay que aportar a la vivienda para conseguir en su interior unas condiciones mínimas de confort establecidas”, queda cuantificada en la normativa con el objetivo de limitar el consumo energético de los edificios, y por lo tanto las emisiones de CO_2 derivadas del mismo.

Según el CTE⁸, para edificios de uso residencial privado:

1 La *demanda energética* de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{\text{cal,lim}}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}} / S$$

donde,

$D_{\text{cal,lim}}$ es el valor límite de la *demanda energética* de calefacción, expresada en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la superficie útil de los *espacios habitables*;

$D_{\text{cal,base}}$ es el valor base de la *demanda energética* de calefacción, para cada *zona climática* de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 1;

$F_{\text{cal,sup}}$ es el factor corrector por superficie de la *demanda energética* de calefacción, que toma los valores de la tabla 1;

S es la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio, en m^2 .

⁶ Unión Europea. *Directiva 2010/31/UE*, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de edificios.

⁷ *De la casa pasiva al estándar Passivhaus*, (Op. Cit.), 19.

⁸ España. *Real Decreto 314/2006*, (Op. Cit.), *Documento Básico HE Ahorro de energía*, 2006, 14.

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Tabla 1. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

2 La *demanda energética* de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{ref, lim} = 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ para las *zonas climáticas* de verano 1, 2 y 3, o el valor límite $D_{ref, lim} = 20 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ para la *zona climática* de verano 4.

De esta forma, y según lo explicado en el apartado correspondiente a la metodología de trabajo, se procede a establecer los límites normativos para los valores de la demanda energética.

2.2. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Se procederá, en el apartado correspondiente, a calcular el valor de las cargas térmicas, entendidas como “todo aquello que modifique la temperatura seca y humedad relativa del aire interior”, o como la “potencia térmica (cantidad de energía térmica por unidad de tiempo, en W) que un recinto cerrado intercambia con el exterior debido a las diferentes condiciones higrotérmicas”⁹.

Para la determinación de las condiciones interiores se sigue el procedimiento indicado en el apartado 2.2 *Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones*, del DA DB-HE / 2 *Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos*. Las condiciones exteriores son las extraídas de la *Guía técnica: condiciones climáticas exteriores de proyecto* elaborada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía). Para el calcular la humedad relativa de la localidad de Yecla (Murcia) y poder conocer así la humedad relativa media anual, se sigue lo expuesto en el apartado 2.1 *Condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones* del mismo documento, según:

El procedimiento a seguir para obtener la humedad relativa de una cierta localidad a partir de los datos de su capital de provincia es el siguiente:

- cálculo de la presión de saturación de la capital de provincia $P_{sat,m}$ en [Pa], a partir de su temperatura exterior para el mes de cálculo en [°C], según el apartado 3.1.
- cálculo de la presión de vapor de la capital de provincia $P_{e,m}$ en [Pa], mediante la expresión:

$$P_{e,m} = \varphi_{e,m} \cdot P_{sat,m}$$

donde,

φ_e es la humedad relativa exterior para la capital de provincia y el mes de cálculo [en tanto por 1].

- cálculo de la presión de saturación de la localidad $P_{sat,loc}$ en [Pa], según el apartado 3.1, siendo

ahora θ la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo en [°C].

- cálculo de la humedad relativa para dicha localidad y mes, mediante:

$$\varphi_{e,loc} = P_{e,m} / P_{sat,loc}$$

2.3. SOMBREAMIENTO DE LAMAS SOBRE ELEMENTOS ACRISTALADOS

El efecto del sombreadamiento producido por lamas verticales u horizontales sobre elementos acristalados se introduce en los programas de cálculo mediante la modificación del factor solar en verano, según la

⁹ Pinazo, J.M., y Soto, V., Apuntes de la asignatura *Climatización y Calefacción*, Máster Universitario en Edificación, curso 2013/2014.

Tabla 2 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas¹⁰, se establece el valor de dicho factor de forma que simule un sistema de lamas orientables que el usuario podría abrir en invierno para permitir la entrada de la radiación, y cerrar en verano para impedirla:

LAMAS HORIZONTALES		ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
	ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27

LAMAS VERTICALES		ANGULO DE INCLINACIÓN (σ)						
		-60	-45	-30	0	30	45	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

Tabla 2. Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

2.4. PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS HUECOS

Para el cálculo de la transmitancia térmica del hueco se utiliza la expresión¹¹:

$$U_H = (1 - FM) * U_{H,V} + FM * U_{H,M}$$

Siendo:

U_H : Transmitancia térmica del hueco (W/m^2K)

FM: Fracción del hueco ocupada por el marco

$U_{H,V}$: Transmitancia térmica del vidrio (W/m^2K)

$U_{H,M}$: Transmitancia térmica del marco (W/m^2K)

Se variará en cada caso el valor de g (factor solar de la parte semitransparente del hueco), y se mantendrá constante el de la absorptividad del marco para radiación solar, obtenida de la Tabla 3 Absortividad del marco para radiación solar α^{12} según:

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Tabla 3. Absortividad del marco para radiación solar α

Por otro lado, la Tabla 4. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica¹³, limita los valores máximos de la transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente, según:

¹⁰ España. Real Decreto 314/2006, (Op. Cit.), DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, 2006, 13.

¹¹ Ibidem, 11.

¹² Ibidem, 12.

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

Tabla 4. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Además, el *Apéndice D: Definición del edificio de referencia* de este mismo documento limita la transmitancia térmica de los huecos para las diferentes orientaciones, para la zona climática D3, de la siguiente forma:

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U_{Hlim} W/m ² K			
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0

Tabla 5. Transmitancia límite normativa de huecos

El porcentaje de huecos, según aparece en el *Caso 01: Estado inicial*, es del 48,15 %, con lo que la limitación quedaría de la siguiente forma:

% de huecos	W/m ² K			
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO
48,15	2,1	2,5	3,2	3,2

Tabla 6. Transmitancia límite de huecos del proyecto

Según esto, se procederá a la comprobación de dichos valores una vez finalizada la exposición de los resultados obtenidos.

2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DE LAS VENTANAS DOBLES

Las propiedades térmicas del conjunto del hueco formado por dobles ventanas se obtienen de la siguiente tabla¹⁴:

VENTANAS DOBLES											
Distancia entre ventanas, d ≥ 10 cm											
Ventana exterior		Ventana interior		HE				HE			
Acristalamiento		Acristalamiento		Vidrios normales				1 vidrio normal + 1 vidrio de baja emisividad ⁽¹⁾			
Tipo	Espesor (mm)	Tipo	Espesor (mm)	Fracción de marco ⁽²⁾				Fracción de marco ⁽²⁾			
				20%		40%		20%		40%	
				U_H (W/m ² ·K)	$F_H^{(3)(4)}$ F_S	U_H (W/m ² ·K)	$F_H^{(3)(4)}$ F_S	U_H (W/m ² ·K)	$F_H^{(3)(4)}$ F_S	U_H (W/m ² ·K)	$F_H^{(3)(4)}$ F_S
Vidrio sencillo	6	unidad de vidrio aislante	4-6-(4...8)	2,3	0,59	2,5	0,46	2,1	0,54	2,3	0,43
			4-9-(4...8)	2,2		2,4		2,0		2,3	
			4-12-(4...8)	2,1		2,4		1,9		2,2	
	8		4-6-(4...8)	2,3	0,57	2,5	0,45	2,1	0,53	2,3	0,42
			4-9-(4...8)	2,2		2,4		2,0		2,2	
			4-12-(4...8)	2,1		2,4		1,9		2,2	
unidad de vidrio aislante	4-6-(4...8)	unidad de vidrio aislante	4-6-(4...8)	1,9	0,54	2,2	0,42	1,8	0,49	2,1	0,39
			4-9-(4...8)	1,8		2,1		1,7		2,0	
			4-12-(4...8)	1,8		2,1		1,6		1,9	

Tabla 7. Propiedades térmicas de las ventanas dobles

Los valores extraídos de la tabla serán los utilizados para el cálculo de las propiedades térmicas del conjunto formado por las ventanas dobles.

¹³ España. *Real Decreto 314/2006*, (Op. Cit.), *Sección HE 1: Limitación de la demanda energética*, 2006, 15.

¹⁴ España. Instituto Eduardo Torroja, *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, Madrid, 2010, Huecos 7.

2.6. PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES

Los espacios no habitables de una vivienda o local quedan separados del exterior mediante los cerramientos, y del resto de espacios habitables de la vivienda o local a través de las particiones. El valor de la transmitancia térmica de los cerramientos se obtiene, para el tipo de cerramiento F 3.2, de la siguiente expresión¹⁵:

$$U = 1 / (0,71 + R_{at})$$

Siendo:

R_{at} : Resistencia del aislamiento térmico (m^2K/W), calculada según:

$$R_{AT} = e_{at} / \lambda$$

Siendo:

e_{at} : Espesor del aislamiento térmico (m)

λ : Conductividad del aislamiento térmico (0,035 W/mK para la lana de roca)

En el caso de las particiones, se aplica el método expuesto en el CTE¹⁶, según:

$$U = U_p * b$$

Siendo:

U_p (W/m^2K): transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, obtenida del mismo modo que en el caso de los cerramientos: para el caso de la partición inicial P 1.1, esta se calcula según:

$$U = 1 / (0,21 + R_{at})$$

b : el coeficiente de reducción de temperatura obtenido por la *Tabla 8: Coeficiente de reducción de temperatura b* en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura 6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{h-nh} / A_{nh-e}), donde el subíndice nh-e se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior, y el subíndice h-nh se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable, debiendo elegir los valores de la columna correspondiente al Caso 1: espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3.

A_{h-nh}/A_{nh-e}	No aislado _{nh-e} - Aislado _{h-nh}		No aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}		Aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 8. Coeficiente de reducción de temperatura b

Según esto y lo expuesto en el apartado correspondiente a la metodología de trabajo, se calcularán las propiedades térmicas de cada uno de los espacios no habitables en el apartado correspondiente a la exposición de los resultados obtenidos.

¹⁵ *Ibidem*, Fachadas 7.

¹⁶ España. *Real Decreto 314/2006*, (Op. Cit.), DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, 2006, 8.

4. METODOLOGÍA

1. PROCESO DE CÁLCULO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se describirá en este apartado el proceso seguido durante la redacción del trabajo.

Cada uno de los casos de estudio precisará de una breve introducción normativa y unas consideraciones previas, expuestas en el apartado correspondiente a los aspectos normativos.

El Estudio del caso contendrá la información relativa al programa de necesidades y a las primeras decisiones de proyecto, así como los factores climáticos y los valores considerados en el cálculo de la demanda energética y la potencia de calefacción y refrigeración. Al finalizar el Estudio del caso se tendrá una idea general de la tipología del edificio, así como de las modificaciones que sufrirá la envolvente térmica del mismo en cada uno de los casos de estudio, antes de pasar a describir los resultados.

1.2. RESULTADOS

Se seleccionan las 9 variables referidas a la envolvente del edificio más influyentes sobre la demanda energética, que se corresponderán con cada uno de los 9 casos de estudio, precedidos del *Caso 01. Estado inicial* y sucedidos por el *Caso 11. Combinación óptima de las soluciones adoptadas*. Puesto que uno de los objetivos del trabajo es la comparación de los valores de la demanda energética y cargas térmicas para diferentes soluciones constructivas del edificio, en primer lugar se expondrán las características que dichas soluciones adoptan en cada uno de los apartados pertenecientes a cada caso, con el objetivo de cuantificar el intercambio de calor que se produce a través de los cerramientos del edificio; dichas soluciones pretenden mejorar las establecidas en el *Caso 01. Estado inicial*.

En cada uno de los casos de estudio se modificará, de forma progresiva, el valor de dicha variable superándose en ocasiones límites mínimos funcionales relativos a la iluminación natural del interior del edificio o a la sencillez de las soluciones constructivas; dicho perjuicio de la funcionalidad queda justificado por la intención de cuantificar, de forma teórica, la influencia de cada una de las variables sobre la demanda energética del edificio.

En todos los casos las simulaciones se harán con lana de roca como material aislante, con una conductividad $\lambda = 0,035$ (W/mK), modificando en cada caso únicamente el espesor del aislante necesario.

Posteriormente, se procederá al cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración para cada uno de los apartados. Como se verá en el apartado correspondiente a las conclusiones del trabajo, se elegirá la solución óptima en cada caso obedeciendo a diferentes criterios.

Para el cálculo de la demanda en cada apartado se utilizará el software dispuesto a tal efecto para el cálculo por el procedimiento simplificado (CE³X v1.3), por su sencillez de utilización, mientras que el estudio del apartado óptimo seleccionado en cada uno de los casos se realizará, además, con el dispuesto para el procedimiento general Herramienta Unificada Lider-Calener v0.9.958.791 (en adelante HU L-C), que permite la consideración de mayor cantidad de factores, comparándose después ambos resultados.

En el *Caso 11. Combinación óptima de las soluciones adoptadas* se combinarán las soluciones óptimas seleccionadas en cada uno de los casos anteriores con el fin de cuantificar el efecto conjunto sobre la demanda energética.

Igualmente, se procederá al cálculo de las cargas térmicas de calefacción y refrigeración de la vivienda, con ayuda de las hojas de cálculo desarrolladas por ATECYR y aportadas como Anexos a la presente memoria, para cada uno de los casos de estudio así como para el *Caso 11. Combinación óptima de las soluciones adoptadas*.

Por último, se expone un resumen de los valores obtenidos de demanda energética y cargas térmicas en cada uno de los casos y una comparación con los valores normativos, tanto de demanda energética como de transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente del edificio.

1.3. RESUMEN DE LOS CASOS ESTUDIADOS. CONSIDERACIONES PREVIAS

CASO 01. ESTADO INICIAL

Se partirá de un estado inicial, en el que aspectos como la superficie acristalada o el espesor del aislamiento térmico de los elementos ciegos de las fachadas no obedecen a criterios de eficiencia energética sino a otros relacionados con las técnicas constructivas de la zona o a la reducción del presupuesto de ejecución de la obra.

CASO 02. VARIACIÓN DE LOS HUECOS DE FACHADA

Se variará en este apartado la superficie de los huecos de la envolvente para estudiar el efecto que un aumento o disminución de la radiación solar que entra en la vivienda a través de los mismos tiene sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

CASO 03. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LAS FACHADAS DE LOS ESPACIOS HABITABLES

Se modificará en este apartado la composición de la fachada de los espacios habitables para estudiar el efecto que diferentes disposiciones de las hojas de fábrica y del aislamiento térmico tienen sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Se estudiarán en primer lugar variaciones del diseño inicial de la fachada, mediante doble hoja de fábrica de ladrillo de 11,5 y 9 cm con cámara de aire rellena de aislamiento, y posteriormente se utilizarán Sistemas de Sislamiento Térmico por el Exterior (SATE) sobre fachada de una hoja de bloque cerámico y trasdosado de placas de yeso laminado.

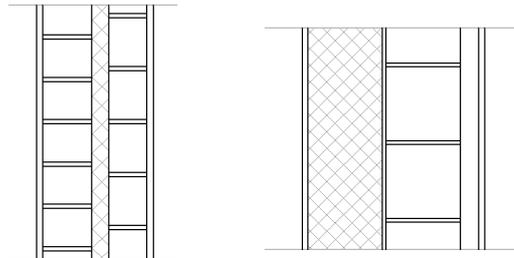


Figura 1. Tipologías de fachada estudiadas

CASO 04. INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE SOMBRA EN FACHADAS Y HUECOS

En este apartado se incorporarán elementos de sombra en los huecos tales como lamas (verticales y horizontales) en los huecos de las fachadas este y oeste, por incidir el sol de forma más horizontal en estas fachadas, y un voladizo en las fachadas sur, al incidir el sol de forma más vertical sobre las mismas. Asimismo, se colocarán árboles de hoja caduca en las fachadas más castigadas por la radiación solar. Se estudiará así el efecto sobre la demanda energética de la vivienda de un incremento de la radiación solar que entra en la misma a través de los huecos o que incide en la fachada en verano, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

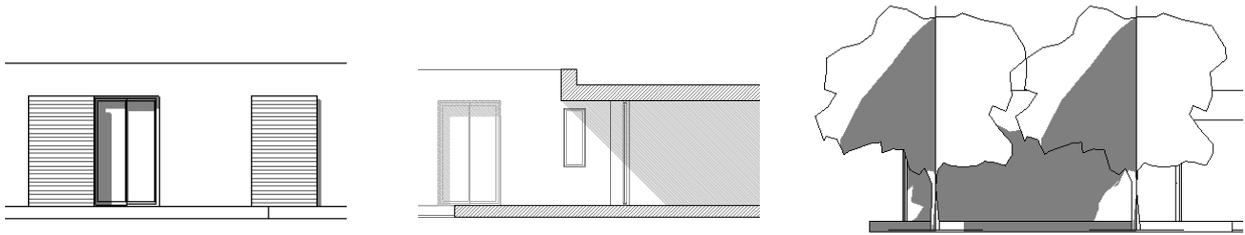


Figura 2. Elementos de sombra utilizados

Estos elementos modifican el Factor de sombra, según lo explicado en el apartado correspondiente al marco normativo, de la siguiente manera:

FACHADAS ESTE					FACHADAS OESTE				
	INVIERNO		VERANO			INVIERNO		VERANO	
	LAMAS VERTICALES					LAMAS VERTICALES			
F_s	1,00	1,00	0,45	0,45	F_s	1,00	1,00	0,41	0,41
	LAMAS HORIZONTALES					LAMAS HORIZONTALES			
F_s	1,00	1,00	0,35	0,35	F_s	1,00	1,00	0,35	0,35

Tabla 9. Factor de sombra en los huecos de la vivienda

Para el efecto de los árboles de hoja caduca se colocan pantallas opacas separadas de las fachadas y elevadas sobre el terreno a modo de masa de hojas para el cálculo de las situaciones de verano, y se eliminan en el cálculo de las situaciones de invierno, de la siguiente forma:

TIPO	SEPARACIÓN (m)	ALTURA DE COPA (m)	ALTURA TOTAL (m)
Hoja caduca	3	5	7

Tabla 10. Características geométricas de los elementos de vegetación

CASO 05. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS

Se modificará en este apartado la composición de las cubiertas para estudiar el efecto que diferentes disposiciones de las hojas de las diferentes capas del cerramiento y del aislamiento térmico tienen sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Se mantendrá en los distintos casos el diseño inicial de la cubierta plana no transitable invertida con aislamiento térmico sobre forjado unidireccional de 30 cm y bovedilla de hormigón, aumentando progresivamente el espesor del aislamiento térmico.

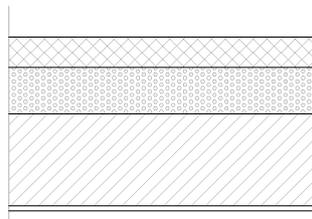


Figura 3. Cubierta tipo utilizada

CASO 06. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA SOLERA

Se modificará en este apartado la composición la disposición y el espesor del aislamiento térmico de la solera, estudiando el efecto que dichas disposiciones del mismo tienen sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Se mantendrá en los distintos casos el diseño inicial de la solera, de hormigón armado apoyada directamente sobre el terreno, con instalación de suelo radiante sobre ella. En los distintos casos se estudiará el efecto de sucesivas variaciones del espesor del aislamiento térmico.

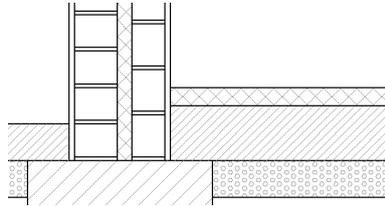


Figura 4. Solera tipo utilizada

CASO 07. TRATAMIENTO DE LOS PUENTES TÉRMICOS

Se eliminarán en este apartado los diferentes puentes térmicos que existen en la envolvente de la vivienda, estudiando el efecto que cada uno de ellos tiene sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Estos puentes térmicos lo forman el encuentro de la fachada con la solera, la cubierta y los voladizos, los pilares integrados en fachada, y el contorno de los distintos huecos. Se estudiarán diferentes soluciones constructivas con el objetivo de minimizar o eliminar la transmisión de calor a través de ellos.

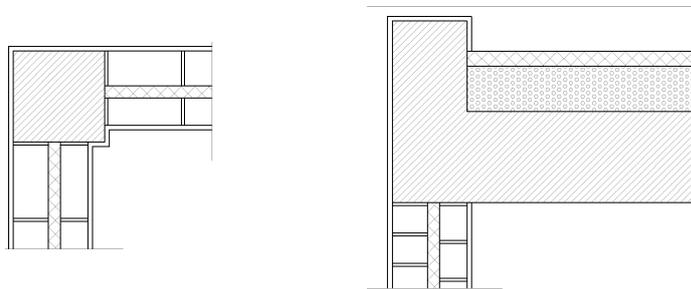


Figura 5. Ejemplos de puentes térmicos: Pilar integrado en fachada y cubierta con fachada

En el caso del puente térmico de la fachada Sur 02 con el voladizo de cubierta, se parte de un diseño del mismo inicial no considerado en el resto de casos, puesto que la función del mismo es la de proteger de la radiación solar, por lo que este solo aparece en el *Caso 04: Incorporación de elementos de sombra en fachadas y huecos*. Dicho diseño inicial queda caracterizado en el *Anexo V Caracterización del puente térmico del voladizo (Caso 07)*.

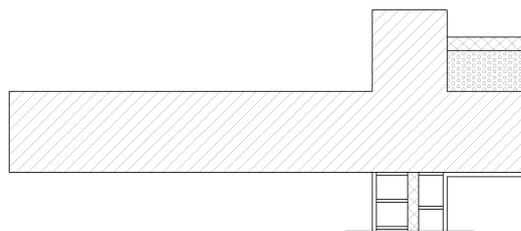


Figura 6. Ejemplos de puentes térmicos: Cubierta en voladizo

CASO 08. MEJORA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS

En este apartado se modificarán las características de los vidrios y marcos que forman los huecos de las diferentes fachadas, estudiando el efecto que cada estos cambios tienen sobre la demanda energética de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Se utilizará carpintería de aluminio color blanco sin rotura de puente térmico y doble vidrio para el primer caso. En los siguientes casos estudiados se mantendrá el material y color del marco, variando únicamente las propiedades térmicas de los mismos así como de los vidrios.

CASO 09. INSTALACIÓN DE DOBLES VENTANAS EN LOS HUECOS DE LA VIVIENDA

En este apartado se calculará el efecto sobre la demanda energética de la vivienda de la instalación de una doble ventana por el exterior en los huecos de las diferentes fachadas de la vivienda, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Las características de la ventana interior (existente) y exterior (doble ventana) serán las del Caso 01. Según lo explicado en el apartado correspondiente al marco normativo, las propiedades del hueco, con una separación entre ventanas mayor de 10 cm, serían las siguientes:

	ABSORTIVIDAD MARCO	FM	TIPO MARCO	$U_{H,M}$ (W/m ² K)	TIPO VIDRIO	g VIDRIO	$U_{H,V}$ (W/m ² K)	U_H (W/m ² K)
VENTANA 1 (INTERIOR)	0,20 (blanco)	0,15	Sin RPT	5,70	Normal 4-6-4	0,75	3,30	
VENTANA 2 (EXTERIOR)	0,20 (blanco)	0,15	Sin RPT	5,70	Normal 4-6-4	0,75	3,30	
CONJUNTO HUECO								1,90

Tabla 11. Características de las ventanas dobles utilizadas

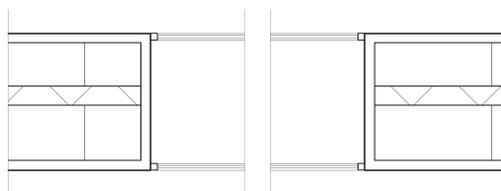


Figura 7. Esquema de instalación de ventanas dobles

CASO 10. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES (ENH)

En este apartado se variarán progresivamente las composiciones de los cerramientos y las particiones de los espacios no habitables de la vivienda y se calculará el efecto sobre la demanda energética de estos cambios, manteniendo el resto de características constructivas del *Caso 01. Estado inicial* invariables.

Como puede observarse en el *Anexo 1: Planos de la vivienda. Caso 01: estado inicial*, existen dos espacios no habitables en la vivienda: el ENH1 (sala de máquinas) y el ENH2 (garaje). Cada uno de esos espacios tiene diferentes cerramientos (separación con el exterior) y particiones (separación con los espacios habitables de la vivienda), carentes de aislamiento térmico en el *01. Estado inicial*, con diferente influencia sobre la demanda energética global.

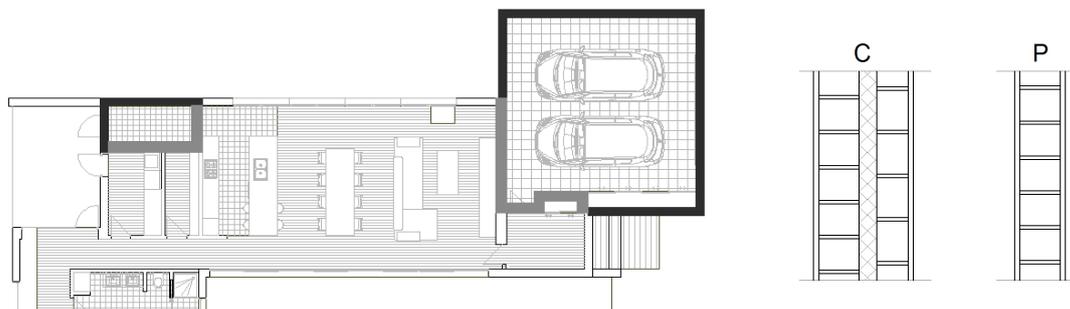


Figura 8. Situación y composición tipo de la envolvente de los espacios no habitables

El valor de la transmitancia térmica de los cerramientos se obtiene, para cada caso, según lo expuesto en el apartado correspondiente al marco normativo.

CASO 11. COMBINACIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

En este apartado se estudiará el efecto conjunto de la combinación de todas las soluciones adoptadas.

2. ESTUDIO DEL CASO

2.1. PROGRAMA DE NECESIDADES

Se pretende proyectar una vivienda unifamiliar aislada en una zona rural de la localidad de Yecla (Murcia). Deberá desarrollarse en planta baja, y contar con un total de 4 dormitorios dobles, salón comedor y cocina en un mismo espacio, garaje integrado y zona exterior ajardinada con piscina privada. La vivienda deberá constar de cubierta plana no transitable, y se apoyará directamente sobre el terreno.

2.2. CLIMA Y FORMA GENERAL DE LA VIVIENDA

Se trata de una zona de interior, con clima templado pero grandes diferencias de temperatura entre invierno y verano debido principalmente a la poca humedad del entorno, así como entre el día y la noche. Los inviernos son muy fríos y los veranos moderadamente calurosos. Es por ello que los elementos utilizados y las estrategias a seguir en materia de confort térmico deberán ser, en lo posible, manipulables por los usuarios para adaptarlas a las circunstancias de cada época del año.

A partir de los datos extraídos de la *Guía técnica: condiciones climáticas exteriores de proyecto* elaborada por el IDAE¹⁷, y según el procedimiento expuesto en el apartado correspondiente al marco normativo, se deducen las siguientes condiciones climáticas de la localidad:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.
$T_{med,m}$ (°C)	10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3
$\varphi_{e,m}$ (%)	72	72	71	70	69	68	67	68	72	75	74	73
$P_{sat,m}$ (Pa)	1274,66	1344,05	1454,37	1645,31	1979,15	2474,96	2950,07	3076,01	2711,61	2147,10	1624,23	1335,20
$P_{e,m}$ (Pa)	917,75	967,72	1032,60	1151,72	1365,61	1682,97	1976,55	2091,69	1952,36	1610,33	1201,93	974,70
$T_{med,y}$ (°C)	7,4	8,9	11,8	13,8	17,8	23,1	25,4	25,1	21,2	16,7	10,7	8,1
$P_{sat,yec}$ (Pa)	1027,54	1137,56	1379,98	1572,55	2029,56	2811,66	3225,66	3168,81	2505,43	1893,56	1283,16	1077,66
$\varphi_{e,yec}$ (%)	89,32	85,07	74,83	73,24	67,29	59,86	61,28	66,01	77,93	85,04	93,67	90,45

Tabla 12. Condiciones climáticas de la localidad (Yecla)

¹⁷ España. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto*, Madrid, 2010.

La parcela, de 10.663 m² y forma irregular, se sitúa en una zona con pocos desniveles al sur de una cadena montañosa.



Figura 9. Vista aérea de la parcela

Recibe soleamiento directo durante todo el día, por lo que se debe prestar especial atención al exceso de radiación solar que puede entrar al interior de la vivienda a través de los huecos de las diferentes fachadas en verano, pero favorecer la entrada de dicha radiación en invierno. Asimismo, se considera fundamental disponer de un adecuado aislamiento en la vivienda para atenuar, principalmente en invierno, las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior de la vivienda.



Figura 10. Vistas desde el interior de la parcela

Por otro lado, también recibe fuerte viento de poniente; será necesario proteger las zonas exteriores de la vivienda para un uso cómodo de las mismas. Por el contrario, es importante favorecer la ventilación natural del interior de la vivienda, y esta se produce, precisamente, según la dirección oeste-este.

Existe cierta libertad para orientar la vivienda y su acceso en la parcela, por lo que, afortunadamente, se podrá dar casi total prioridad a los aspectos climáticos en ese sentido.

Así las cosas, parecería oportuno proyectar una vivienda con forma compacta que minimizara la superficie de intercambio de calor con el exterior y de captación de la radiación solar. No obstante, se debe llegar a un compromiso entre los criterios climáticos y otros como los estéticos, funcionales y, sobre todo, los referidos al criterio de los futuros usuarios de la vivienda; es por ello que se proyecta una vivienda en L, con las zonas de día y de noche perfectamente diferenciadas.

Ambas zonas de la vivienda dispondrán de vistas y salida directa a la zona exterior de la piscina.

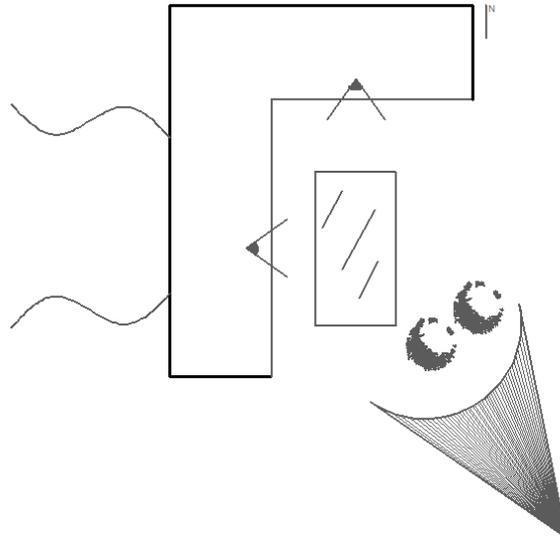


Figura 11. Tipología de vivienda. Esquema de soleamiento

Se decide dotar a la zona de día (el conjunto formado por la cocina, el salón y el comedor) de la mejor orientación, la sur; los propietarios de la vivienda expresan la necesidad de disponer de mucha luz en esta parte de la vivienda. Esta zona de día tendrá vistas directas sobre la piscina y el jardín de la vivienda, que quedarán protegidas del exceso de viento de poniente mediante la zona de noche, dispuesta longitudinalmente en dirección norte-sur. La piscina estará soleada gran parte del día, y se dispondrán elementos de sombra en el propio jardín para su uso confortable.

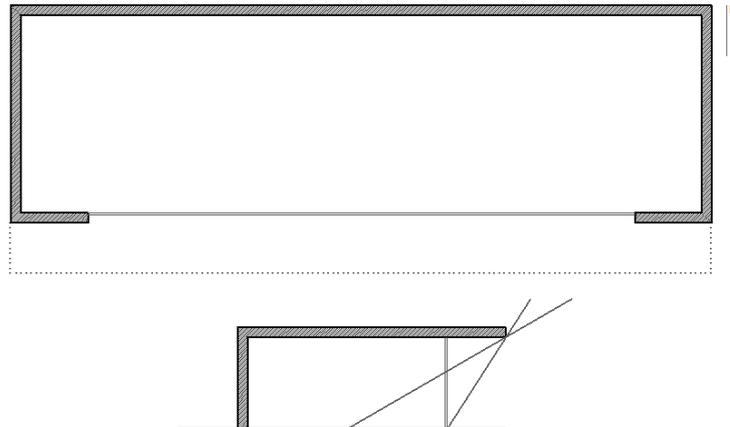


Figura 12. Esquema de protecciones solares a sur en verano

De esta forma, cada una de las habitaciones tendrá salida directa a la piscina y recibirá el sol del este, el más agradable para los dormitorios por tratarse del amanecer. Se accederá a cada dormitorio mediante un corredor en la parte oeste de la vivienda, con pequeñas aperturas para evitar el exceso de soleamiento pero permitiendo la ventilación cruzada de las habitaciones a través del mismo y la iluminación del propio corredor. Los huecos de la fachada sur dispondrán de un voladizo que los sombrará en verano.

Los huecos de las fachadas este y oeste se protegerán del exceso de radiación solar con un sistema de lamas correderas, mientras que las fachada oeste y sur, que recibirán un exceso de radiación solar durante la tarde, deberán protegerse además con elementos de vegetación que arrojen sombra sobre los elementos ciegos y transparentes de la fachada; se utilizarán árboles de hoja caduca para permitir la incidencia de la radiación en invierno e impedirla en verano.

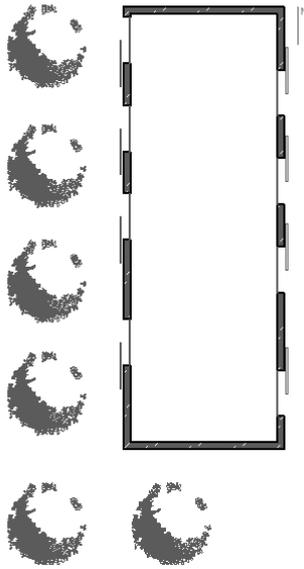
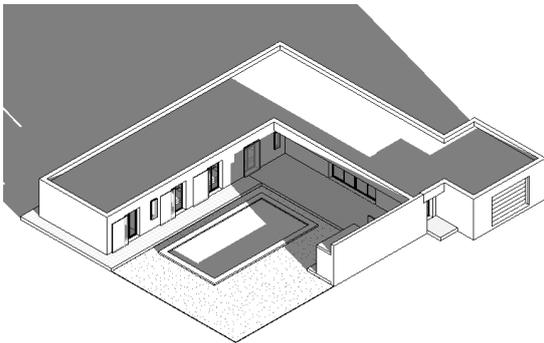


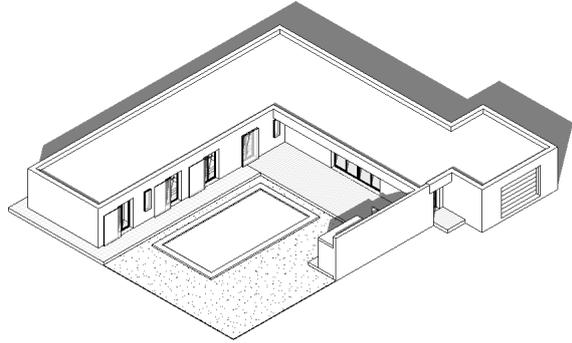
Figura 13. Esquema de protecciones solares a este y oeste en verano

En este sentido, según se aprecia en las imágenes siguientes, en la situación de invierno las habitaciones reciben soleamiento directo desde primera hora. Durante gran parte de la mañana y la tarde este penetra también en la zona de día, aumentando así las ganancias internas y disminuyendo la demanda de calefacción.

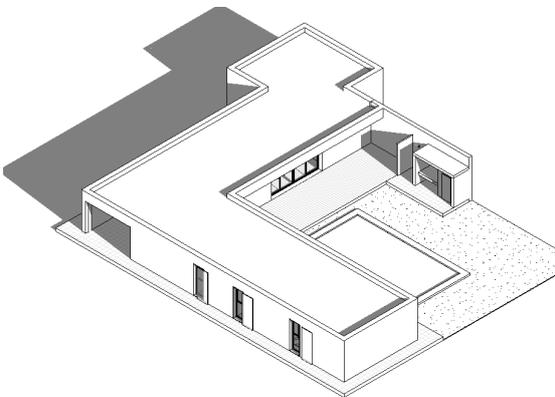
21 DICIEMBRE. 10:00 H



21 DICIEMBRE. 13:00 H



21 DICIEMBRE. 16:00 H



21 DICIEMBRE. 18:00 H

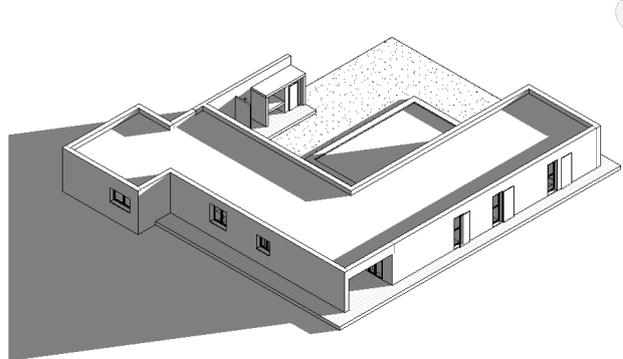
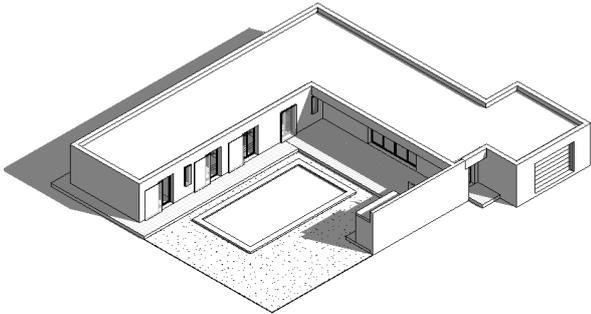


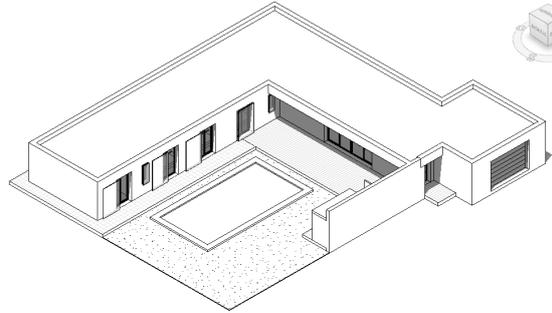
Figura 14. Soleamiento en el solsticio de invierno

En la situación de verano, según las siguientes imágenes, la zona de las habitaciones permanecerá soleada durante toda la mañana y parte de la tarde, por lo que será imprescindible la utilización de elementos de protección solar. En cambio, la zona de día queda protegida por el voladizo de la fachada sur, de forma que no entra el sol directo en ningún momento reduciendo considerablemente la demanda de refrigeración. La fachada oeste recibe excesivo soleamiento en verano, por lo que de nuevo los elementos de protección solar jugarán un importante papel.

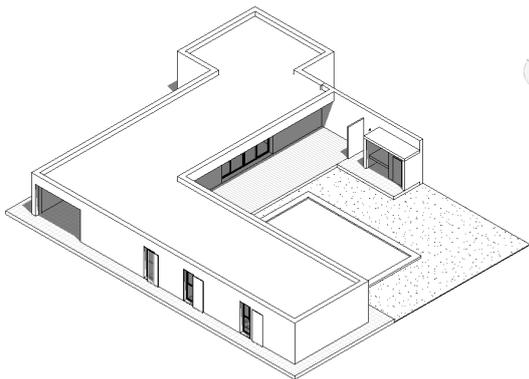
21 JUNIO. 11:00 H



21 JUNIO. 15:00 H



21 JUNIO. 16:00 H



21 JUNIO. 21:00 H

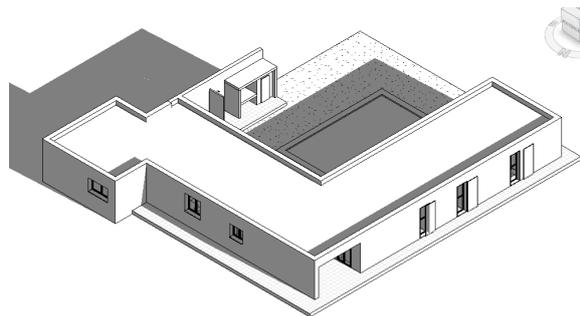


Figura 15. Soleamiento en el solsticio de verano

Así las cosas, la forma general del edificio queda como muestra la siguiente imagen, en la que ya se presupone la situación de la vegetación como elemento de protección solar a falta de realizar los cálculos pertinentes.

21 JUNIO. 13:00 H

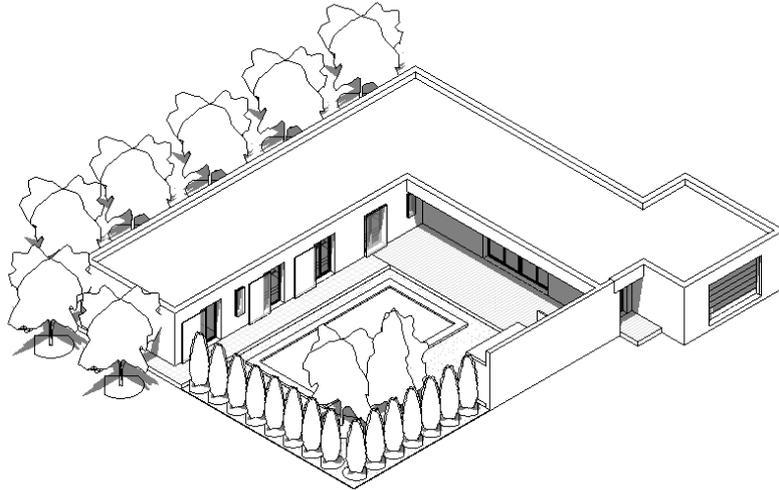


Figura 16. Forma general de la vivienda

En cuanto a la implantación en la parcela, se accederá a la misma desde la parte noreste de la misma, mediante un camino que desembocará en el acceso peatonal y el garaje de la vivienda.

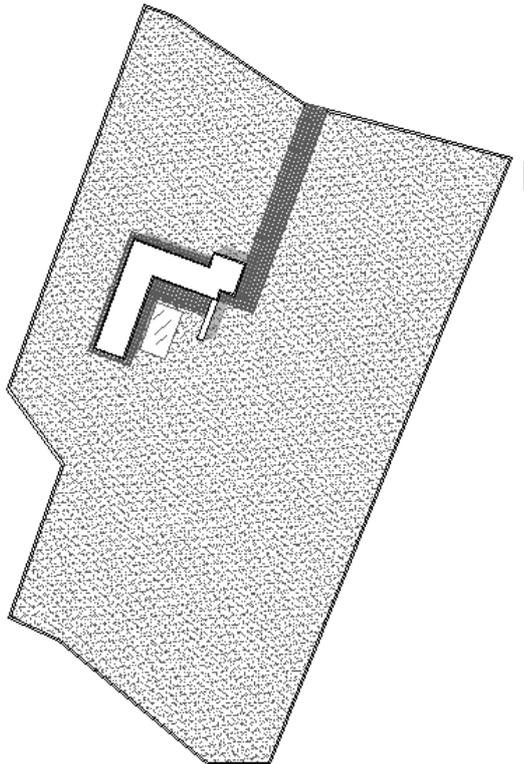


Figura 17. Implantación en la parcela

Para dotar de mayor privacidad al jardín, se dispondrán elementos de vegetación en el perímetro del mismo, resultando la implantación de la vivienda en la parcela de la forma que muestra la figura:

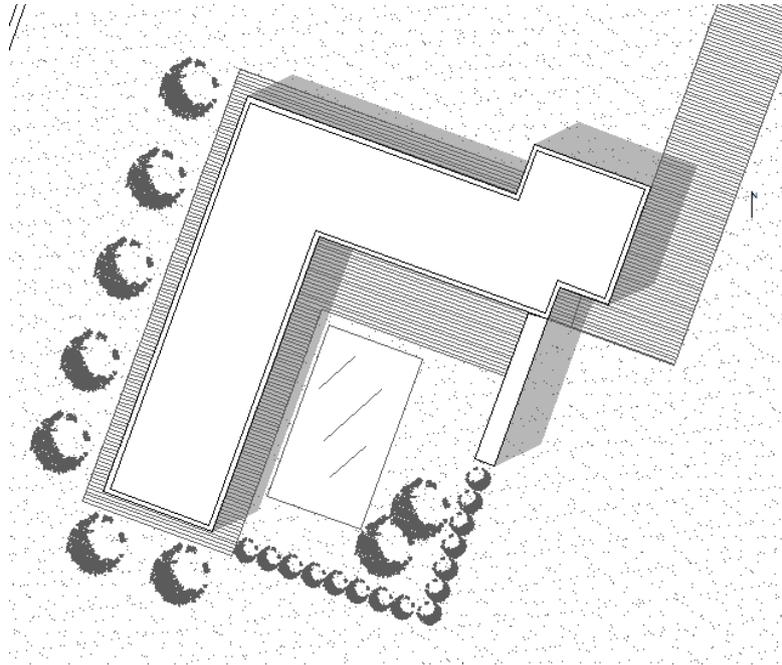


Figura 18. Implantación en la parcela

Todos estos elementos, además de las características de los cerramientos y los huecos de los mismos, el aislamiento de la envolvente, la superficie de huecos, etc. se cuantificarán en el apartado correspondiente a partir del *Caso 01. Estado inicial*, y se clasificarán en función de la reducción de la demanda energética que cada uno de ellos suponga para elegir un conjunto de soluciones óptimo; el denominado *Caso 11. Combinación de las soluciones adoptadas*.

2.3. DEMANDA ENERGÉTICA. VALORES CONSIDERADOS

Según lo explicado en el apartado correspondiente al marco normativo, se calcula la demanda límite de calefacción y refrigeración. Los valores considerados para el cálculo son los siguientes:

SITUACIÓN	Yecla
CAPITAL DE PROVINCIA	Murcia
ALTITUD (m)	605
ZONA CLIMÁTICA	D3
SUPERFICIE ÚTIL HABITABLE (m ²)	210,25
SUPERFICIE ÚTIL ESPACIO NO HABITABLE 1 (m ²)	5,75
SUPERFICIE ÚTIL ESPACIO NO HABITABLE 2 (m ²)	45,90
ALTURA LIBRE DE PLANTA (m)	2,70
VENTILACIÓN	0,30 ren/h - 58,70 l/sg

Tabla 13. Valores considerados para el cálculo de la demanda energética

Resultando los siguientes valores máximos de demanda energética:

$D_{cal,base}$ (kW•h/ m ² •año)	27
$F_{cal,sup}$	2000
S (m ²)	210,25
$D_{cal,lim}$ (kW•h/ m ² •año)	36,50
$D_{ref, lim}$ (kW•h/ m ² •año)	15

Tabla 14. Valores máximos normativos de demanda energética

2.4. CARGAS TÉRMICAS. VALORES CONSIDERADOS

Según lo explicado en el apartado correspondiente al marco normativo, se calculan las cargas térmicas de calefacción y refrigeración. Los valores considerados para el cálculo son los siguientes:

LOCALIZACIÓN	Yecla (Murcia)
ESTACIÓN	Cooperativa de frutas
INDICATIVO	7275B
ASNM (m)	605
VENTILACIÓN (r/h)	0,3
SUP ÚTIL (m²)	210,25
SUP. ÚTIL (m²)	51,65
T_{med,y anual} (°C)	15,83
$\phi_{e,yec}$ media (%)	77
CALEFACCIÓN (INVIERNO)	
T^a INTERIOR (°C)	20
DÍA	21
MES	Enero
HORA	09.00
Ts.ext. diseño °C	0,8
T_{med,y enero} (°C)	7,4
OMD °C	11,9
REFRIGERACIÓN (VERANO)	
T^a INTERIOR (°C)	24
DÍA	21
MES	Junio
HORA	15:00
Ts.ext. diseño °C	35,6
T_{med,y junio} (°C)	25,4
OMD (°C)	17,6
OMA (°C)	36,4

Tabla 15. Valores considerados para el cálculo de cargas térmicas

5. RESULTADOS

1. CASO 01. ESTADO INICIAL

1.1. VALORES CONSIDERADOS

SUPERFICIE DE HUECOS

La superficie de huecos seleccionada para el caso inicial es la siguiente:

FACHADA	SUPERFICIE FACHADA (m ²)	SUPERFICIE HUECOS (m ²)	% RESPECTO FACHADA	% RESPECTO TOTAL
FN01	7,75	7,40	95,48	
FN02	28,65	9,60	33,51	
FS01	17,20	3,10	18,02	
FS02	36,55	27,00	73,87	
FE01	49,40	26,45	53,54	
FE02	5,25	2,50	47,62	
FO01	54,15	21,60	39,89	
FO02	7,40	1,70	22,97	
TOTAL	206,35	99,35		48,15

Tabla 16. Superficie de huecos y fachadas del Caso 01

COMPOSICIÓN DE FACHADAS DE ESPACIOS HABITABLES

Para el caso inicial se proyecta la siguiente fachada:

CATÁLOGO CTE	e _{at} (m)	e _{fac} (m)	R _{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
F 3.1	0,05	0,285	1,14	0,59

Tabla 17. Composición de fachadas del Caso 01

PROTECCIONES SOLARES

Para este primer caso de estudio no se incorpora ningún sistema de protección solar. De esta manera, podremos evaluar su influencia real en la demanda energética en el apartado correspondiente, *Caso 04. Protecciones solares.*

COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS

Para el caso inicial se proyecta la siguiente cubierta:

CATÁLOGO CTE	e _{at} (m)	e _{cub} (m)	R _{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
F 5.3	0,05	0,515	1,43	0,53

Tabla 18. Composición de cubiertas del Caso 01

COMPOSICIÓN DE SOLERA

Para el caso inicial se proyecta la siguiente solera:

TIPO AISLAMIENTO	e _{at} (m)	e _{sol} (m)	R _{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
Sin aislamiento	0,00	0,15	0,00	1,01

Tabla 19. Composición de solera del Caso 01

PUENTES TÉRMICOS

En este primer caso, los puentes térmicos quedan definidos por los siguientes valores:

	FN 01	FN 02	FS 01	FS 02	FE 01	FE 02	FO 01	FO 02	TOTAL	ψ (W/mK)
Pilar en fachada	0,00	2,70	0,00	2,70	8,10	0,00	10,80	0,00	24,30	1,15
Pilar en esquina	0,00	2,70	5,40	5,40	0,00	2,70	0,00	0,00	16,20	0,83
Fachada con solera	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,43
Fachada con cubierta	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,84
Fachada con voladizo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Jamba	5,40	2,40	4,80	5,40	32,40	4,20	21,60	4,20	80,40	0,32
Dintel	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,34
Alféizar	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,18

Tabla 20. Longitud y transmitancia térmica lineal de puentes térmicos del Caso 01

CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS

Las características de los vidrios y marcos de este primer caso es la siguiente:

ABSORTIVIDAD MARCO	FM	TIPO MARCO	$U_{H,M}$ (W/m ² K)	TIPO VIDRIO	g VIDRIO	$U_{H,V}$ (W/m ² K)	U_H (W/m ² K)
0,20 (blanco)	0,15	Sin RPT	5,70	Normal 4-6-4	0,75	3,30	3,66

Tabla 21. Características térmicas de los huecos del Caso 01

DOBLES VENTANAS

Para este caso inicial, no se contempla la instalación de dobles ventanas en los huecos de la vivienda.

ESPACIOS NO HABITABLES

Las características de los huecos, la solera y la cubierta de los espacios no habitables es la misma, en cada caso, que las del resto de huecos de la fachada de la vivienda. Las características de las particiones (separación de los espacios no habitables con los espacios habitables de la vivienda) y los cerramientos (fachadas de los espacios no habitables), para el espacio no habitable 1 (sala de máquinas) y el espacio no habitable 2 (garaje) es, en este caso inicial, la siguiente:

CAT. CTE	CERRAMIENTO			CAT. CTE	PARTICIÓN			ENH1 ENH2					
	e_{at} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U_c (W/m ² K)		e_{at} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U_p (W/m ² K)	A_{h-nh} / A_{nh-e}	b	U (W/m ² K)			
F 3.2				P									
s/a	0,00	0,00	1,41	1.1	0,00	0,00	4,76	1,00	0,40	0,65	0,85	3,10	4,05

Tabla 22. Características térmicas de los espacios no habitables del Caso 01 y sus envolventes

1.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
112,75	33,50	-	-

Tabla 23. Demanda energética resultante del Caso 01

1.3. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 01 son los siguientes:

CASO 01	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-81	0,94	-1147	-17096
REFRIGERACIÓN	106	1,01	22336	-246

Tabla 24. Cargas térmicas resultantes del Caso 01

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	12,60	3,35
FACHADAS	-2348	253	13,75	1,15
ESPACIOS NH	-2289	502	13,40	2,25
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	23,55	4,80
VENTANAS	-7005	17458	40,95	78,15
INTERNAS	1818	1744	-10,65	7,80
VENTILACIÓN	-1096	560	6,40	2,50
TOTAL CASO 01	-17096	22336	100	100

Tabla 25. Cargas térmicas resultantes del Caso 01 repartidas por elementos

2. CASO 02. VARIACIÓN DE LOS HUECOS DE FACHADA

2.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 02A	Reducción de huecos 1 en la fachada Norte 01
CASO 02B	Reducción de huecos 1 en la fachada Norte 02
CASO 02C	Reducción de huecos 2 en la fachada Norte 02
CASO 02D	Reducción de huecos 3 en la fachada Norte 02
CASO 02E	Reducción de huecos 1 en la fachada Sur 01
CASO 02F	Reducción de huecos 2 en la fachada Sur 01
CASO 02G	Reducción de huecos 1 en la fachada Sur 02
CASO 02H	Reducción de huecos 2 en la fachada Sur 02
CASO 02I	Reducción de huecos 3 en la fachada Sur 02
CASO 02J	Reducción de huecos 1 en la fachada Este 01
CASO 02K	Reducción de huecos 2 en la fachada Este 01
CASO 02L	Reducción de huecos 3 en la fachada Este 01
CASO 02M	Reducción de huecos 1 en la fachada Este 02
CASO 02N	Reducción de huecos 1 en la fachada Oeste 01
CASO 02O	Reducción de huecos 2 en la fachada Oeste 01
CASO 02P	Reducción de huecos 3 en la fachada Oeste 01
CASO 02Q	Selección óptima de huecos

Tabla 26. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 02

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

2.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición de las fachadas de los espacios habitables de la siguiente forma:

	FACHADA	SUPERFICIE FACHADA (m ²)	HUECOS INICIALES (m ²)	% RESPECTO FACHADA	HUECOS REDUCIDOS (m ²)	% RESPECTO FACHADA	% HUECOS TOTAL FACHADAS
CASO 02A	FN01	7,75	7,40	95,48	4,70	60,65	46,85
CASO 02B	FN02	28,65	9,60	33,50	4,80	16,75	45,80
CASO 02C	FN02	28,65	9,60	33,50	1,20	4,20	44,10
CASO 02D	FN02	28,65	9,60	33,50	0,00	0,00	43,50
CASO 02E	FS01	17,20	3,10	18,00	1,90	11,05	47,55
CASO 02F	FS01	17,20	3,10	18,00	0,00	0,00	46,65
CASO 02G	FS02	36,55	27,00	73,87	16,20	44,32	42,90
CASO 02H	FS02	36,55	27,00	73,87	2,70	7,40	36,35
CASO 02I	FS02	36,55	27,00	73,87	0,00	0,00	35,06
CASO 02J	FE01	49,40	26,45	53,55	15,65	31,70	42,90
CASO 02K	FE01	49,40	26,45	53,55	4,85	9,82	37,70
CASO 02L	FE01	115,50	26,40	-2,45	21,20		35,35
CASO 02M	FE02	5,25	2,50	47,60	0,00	0,00	46,95
CASO 02N	FO01	54,15	21,60	39,90	10,80	19,95	42,90
CASO 02O	FO01	54,15	21,60	39,90	5,40	9,95	40,30
CASO 02P	FO01	54,15	21,60	39,90	0,00	0,00	37,70
CASO 02Q	FN01	7,75	7,40	95,50	2,95	38,05	
	FN02	28,65	9,60	33,50	3,50	12,20	

FS01	17,20	3,10	18,00	0,00	0,00
FS02	36,55	27,00	73,85	13,50	36,94
FE01	49,40	26,45	53,55	20,50	41,50
FE02	5,25	2,50	47,60	2,50	47,60
FO01	54,15	21,60	39,90	8,10	14,95
FO02	7,40	1,70	22,95	1,70	22,95
TOTAL	206,35	99,35	48,15	52,75	25,55

Tabla 27. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 02

2.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 02A	112,10	33,60	0,58	-0,30
CASO 02B	111,40	33,40	1,20	0,30
CASO 02C	110,40	33,20	2,08	0,90
CASO 02D	124,20	21,50	-10,16	35,80
CASO 02E	113,20	33,00	-0,40	1,49
CASO 02F	113,80	32,10	-0,93	4,18
CASO 02G	117,80	29,20	-4,48	12,85
CASO 02H	124,70	23,40	-10,60	30,15
CASO 02I	126,20	22,10	-11,95	34,05
CASO 02J	114,50	30,20	-1,55	9,85
CASO 02K	115,50	26,40	-2,45	21,20
CASO 02L	115,90	24,60	-2,80	26,55
CASO 02M	112,90	32,70	-0,15	2,40
CASO 02N	112,70	30,10	0,05	10,15
CASO 02O	112,60	28,30	0,15	15,50
CASO 02P	111,70	26,10	0,95	22,10
CASO 02Q	118,80	22,70	-5,35	32,25

Tabla 28. Demanda energética resultante del Caso 02

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

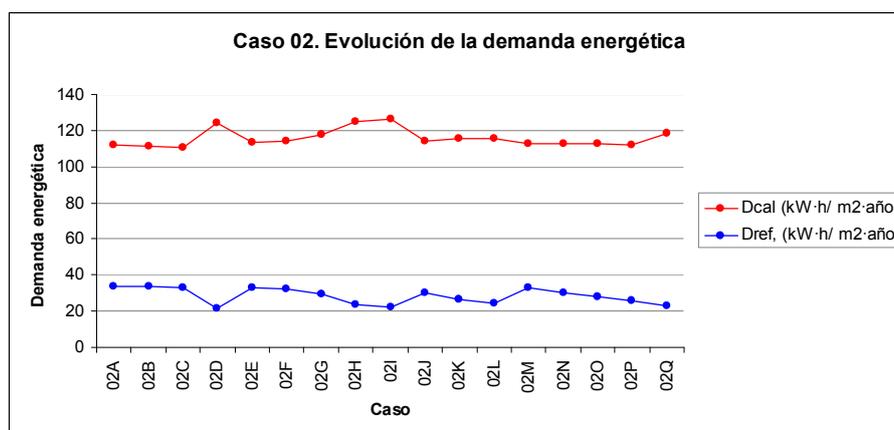


Figura 19. Caso 02. Evolución de la demanda energética

2.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 02Q son los siguientes:

CASO 02Q	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-66	0,92	-1147	-13810
REFRIGERACIÓN	67	1,02	-246	14082

Tabla 29. Cargas térmicas resultantes del Caso 02

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	15,60	5,30
FACHADAS	-2348	253	17,00	1,80
ESPACIOS NH	-2289	502	16,55	3,55
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	29,15	7,60
VENTANAS	-3719	9205	26,95	65,35
INTERNAS	1818	1744	-13,15	12,40
VENTILACIÓN	-1096	560	7,95	3,95
TOTAL CASO 02Q	-13810	14082	100	100

Tabla 30. Cargas térmicas resultantes del Caso 02 repartidas por elementos

3. CASO 03. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA FACHADA DE LOS ESPACIOS HABITABLES

3.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 03A	Incremento 1 del espesor del aislamiento en cámara de aire
CASO 03B	Incremento 2 del espesor del aislamiento en cámara de aire
CASO 03C	Incremento 3 del espesor del aislamiento en cámara de aire
CASO 03D	Incremento 4 del espesor del aislamiento en cámara de aire
CASO 03E	Incorporación de aislamiento por el exterior
CASO 03F	Incremento 1 del espesor del aislamiento por el exterior
CASO 03G	Incremento 1 del espesor del aislamiento por el exterior
CASO 03H	Aislamiento en el trasdosado interior
CASO 03I	Aislamiento en el trasdosado interior e incremento 1 del espesor del aislamiento por el exterior
CASO 03J	Aislamiento en el trasdosado interior e incremento 2 del espesor del aislamiento por el exterior

Tabla 31. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 03

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

3.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición de las fachadas de los espacios habitables de la siguiente forma:

CATÁLOGO		e_{at} (m)	e_{fac} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
CTE					
CASO 03A	F 3.1	0,10	0,335	2,86	0,29
CASO 03B	F 3.1	0,15	0,385	4,29	0,21
CASO 03C	F 3.1	0,20	0,435	5,71	0,16
CASO 03D	F 3.1	0,25	0,485	7,14	0,13
CASO 03E	F 4.5	0,10	0,390	2,86	0,28
CASO 03F	F 4.5	0,15	0,440	4,29	0,20
CASO 03G	F 4.5	0,20	0,490	5,71	0,15
CASO 03H	F 4.5	0,10+0,05	0,390	4,30	0,18
CASO 03I	F 4.5	0,12+0,05	0,410	4,85	0,16
CASO 03J	F 4.5	0,15+0,05	0,440	5,70	0,14

Tabla 32. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 03

3.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 03A	108,70	34,00	3,60	-1,50
CASO 03B	107,60	34,10	4,55	-1,80
CASO 03C	106,90	34,10	5,20	-1,80
CASO 03D	106,50	34,20	5,55	-2,10
CASO 03E	101,60	31,60	9,90	5,65
CASO 03F	100,60	31,60	10,80	5,65
CASO 03G	99,90	31,60	11,40	5,65
CASO 03H	100,10	31,50	11,20	5,95
CASO 03I	99,90	31,50	11,40	5,95
CASO 03J	99,60	31,50	11,65	5,95

Tabla 33. Demanda energética resultante del Caso 03

Que, representado en forma de gráfica, quedan de la siguiente forma:

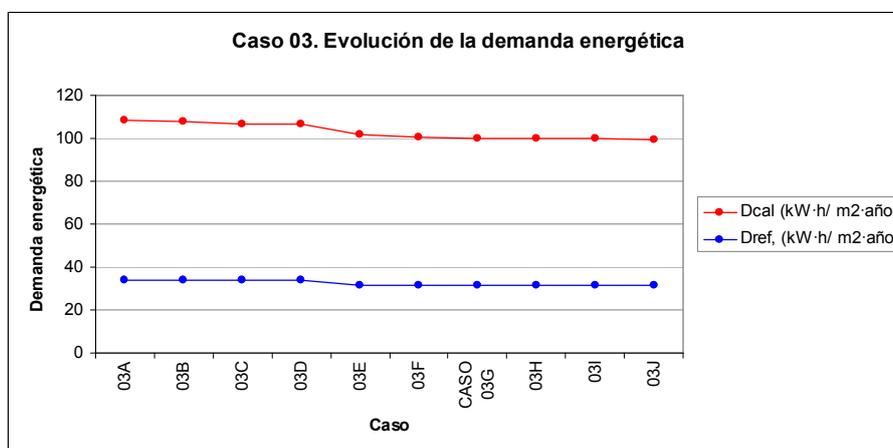


Figura 20. Caso 03. Evolución de la demanda energética

Se selecciona para el caso final, según lo explicado en el apartado correspondiente a las conclusiones, el Caso 03I.

3.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 03I son los siguientes:

CASO 03I	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-73	0,93	-1147	-15384
REFRIGERACIÓN	105	1,01	-246	22152

Tabla 34. Cargas térmicas resultantes del Caso 03

MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA	POTENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	$Q_{s,cal}$ (W)	$Q_{s,ref}$ (W)	$Q_{s,cal}$ %	$Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	13,99	3,38
FACHADAS	-637	68	4,14	0,31
ESPACIOS NH	-2289	502	14,88	2,27
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	26,15	4,83
VENTANAS	-7005	17458	45,53	78,81
INTERNAS	1818	1744	-11,82	7,87
VENTILACIÓN	-1096	560	7,12	2,53
TOTAL CASO 03I	-15384	22152	100	100

Tabla 35. Cargas térmicas resultantes del Caso 03 repartidas por elementos

4. CASO 04. INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE SOMBRA EN FACHADAS Y HUECOS

4.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 04A	Lamas verticales en los huecos de las fachadas E01 y E02
CASO 04B	Lamas horizontales en los huecos de las fachadas E01 y E02
CASO 04C	Lamas verticales en los huecos de las fachadas O01 y O02
CASO 04D	Lamas horizontales en los huecos de las fachadas O01 y O02
CASO 04E	Voladizo en las fachadas S01y S02
CASO 04F	Incremento 1 de la longitud del voladizo de las fachadas S01y S02
CASO 04G	Incremento 2 de la longitud del voladizo de las fachadas S01y S02
CASO 04H	Incremento 3 de la longitud del voladizo de las fachadas S01y S02
CASO 04I	Vegetación en las fachadas O01 y O02
CASO 04J	Vegetación en la fachada S01
CASO 04K	Selección óptima de los elementos de protección solar

Tabla 36. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 04

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

4.2. VALORES CONSIDERADOS

Se incorporan elementos de sombra de la siguiente forma:

	FACHADA					
	S01	S02	E01	E02	O01	O02
	SISTEMA UTILIZADO					
CASO 04A			LV	LV		
CASO 04B			LH	LH		
CASO 04C					LV	LV
CASO 04D					LH	LH
CASO 04E	V (0,5)	V (0,5)				
CASO 04F	V (1,0)	V (1,0)				
CASO 04G	V (1,5)	V (1,5)				
CASO 04H	V (2,0)	V (2,0)				
CASO 04I					AHC	AHC
CASO 04J	AHC					
CASO 04K	AHC	V (1,5)	LV	-	AHC	LV/AHC

Tabla 37. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 04

4.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	$D_{ref.}$ (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 04A	112,75	27,10	0,00	19,10
CASO 04B	112,75	25,90	0,00	22,70
CASO 04C	112,75	28,30	0,00	15,52
CASO 04D	112,75	27,40	0,00	18,20
CASO 04E	112,70	33,40	0,05	0,30
CASO 04F	114,90	28,50	-1,90	14,95
CASO 04G	112,75	27,30	0,00	18,50
CASO 04H	112,75	27,30	0,00	18,50
CASO 04I	112,75	31,60	0,00	5,65
CASO 04J	112,75	33,40	0,00	0,30
CASO 04K	118,90	15,80	-5,45	52,85

Tabla 38. Demanda energética resultante del Caso 04

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

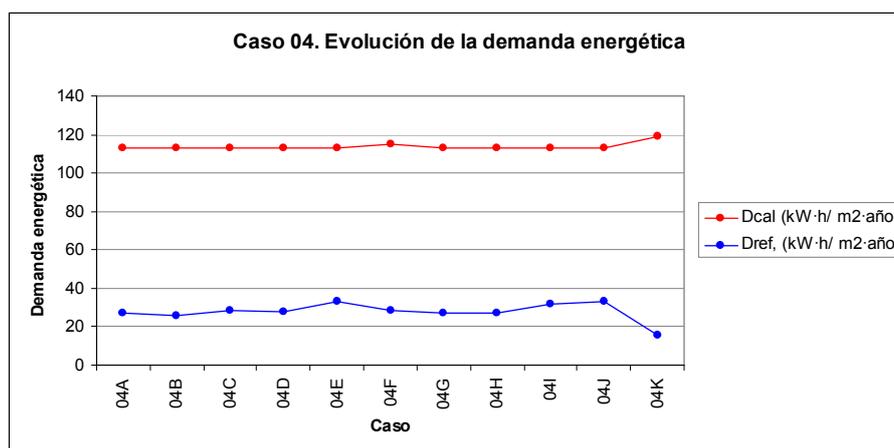


Figura 21. Caso 04. Evolución de la demanda energética

Se selecciona para el caso final, según lo explicado en el apartado correspondiente a las conclusiones, el Caso 04K.

4.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 04K son los siguientes:

CASO 04K	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-81	0,94	-1147	-17096
REFRIGERACIÓN	89	1,01	-246	18732

Tabla 39. Cargas térmicas resultantes del Caso 04

MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA	POTENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	$Q_{s,cal}$ (W)	$Q_{s,ref}$ (W)	$Q_{s,cal}$ %	$Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	13,99	4,00
FACHADAS	-637	68	4,14	0,36
ESPACIOS NH	-2289	502	14,88	2,68
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	26,15	5,72
VENTANAS	-7005	17458	45,53	93,20
INTERNAS	1818	1744	-11,82	9,31
VENTILACIÓN	-1096	560	7,12	2,99
TOTAL CASO 04K	-17096	18732	100	100

Tabla 40. Cargas térmicas resultantes del Caso 04 repartidas por elementos

5. CASO 05. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS

5.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 05A	Incremento 1 del espesor del aislamiento en cubierta
CASO 05B	Incremento 2 del espesor del aislamiento en cubierta
CASO 05C	Incremento 3 del espesor del aislamiento en cubierta
CASO 05D	Incremento 4 del espesor del aislamiento en cubierta

Tabla 41. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 05

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

5.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición de las cubiertas de la siguiente forma:

	CATÁLOGO CTE	e_{at} (m)	e_{cub} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
CASO 05A	5.3	0,10	0,565	2,86	0,30
CASO 05B	5.3	0,15	0,615	4,29	0,21
CASO 05C	5.3	0,20	0,665	5,71	0,16
CASO 05D	5.3	0,25	0,715	7,14	0,13

Tabla 42. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 05

5.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 05A	106,80	34,00	5,30	-1,50
CASO 05B	104,50	34,10	7,30	-1,80
CASO 05C	103,20	34,20	8,45	-2,10
CASO 05D	102,50	34,30	9,10	-2,40

Tabla 43. Demanda energética resultante del Caso 05

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

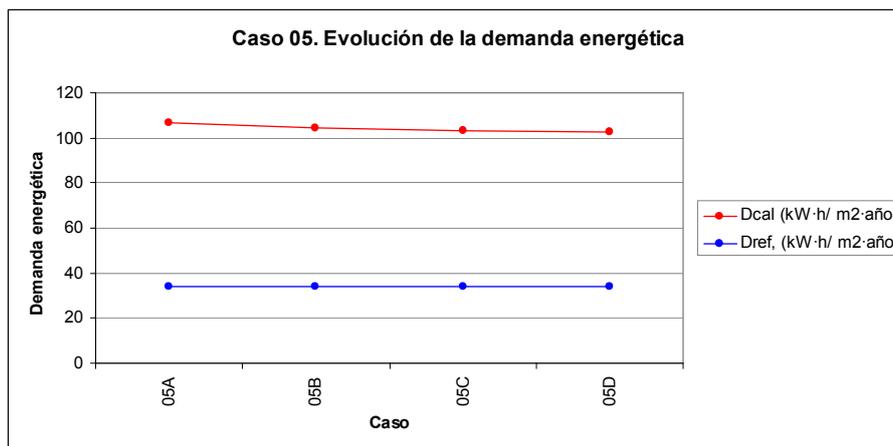


Figura 22. Caso 05. Evolución de la demanda energética

Se selecciona para el caso final, según lo explicado en el apartado correspondiente a las conclusiones, el Caso 05C.

5.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 04K son los siguientes:

CASO 05C	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-74	0,93	-1147	-15593
REFRIGERACIÓN	104	1,01	-246	21813

Tabla 44. Cargas térmicas resultantes del Caso 05

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-650	226	4,17	1,04
FACHADAS	-2348	253	15,06	1,16
ESPACIOS NH	-2289	502	14,68	2,30
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	25,80	4,91
VENTANAS	-7005	17458	44,92	80,03
INTERNAS	1818	1744	-11,66	8,00
VENTILACIÓN	-1096	560	7,03	2,57
TOTAL CASO 05C	-15593	21813	100	100

Tabla 45. Cargas térmicas resultantes del Caso 05 repartidas por elementos

6. CASO 06. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA SOLERA

6.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 06A	Aislamiento perimetral (1 m)
CASO 06B	Aislamiento continuo
CASO 06C	Incremento 1 del espesor del aislamiento continuo
CASO 06D	Incremento 2 del espesor del aislamiento continuo
CASO 06E	Incremento 3 del espesor del aislamiento continuo

Tabla 46. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 06

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

6.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición de la solera de la siguiente forma:

	TIPO AISLAMIENTO	e_{at} (m)	e_{sol} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
CASO 06A	Perimetral (1 m)	0,05	0,20	1,43	0,67
CASO 06B	Continuo	0,05	0,20	1,43	0,54
CASO 06C	Continuo	0,10	0,25	2,86	0,48
CASO 06D	Continuo	0,15	0,30	4,29	0,45
CASO 06E	Continuo	0,20	0,35	5,71	0,45

Tabla 47. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 06

6.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 06A	103,30	33,50	8,40	0,00
CASO 06B	99,70	33,50	11,55	0,00
CASO 06C	98,10	33,50	13,00	0,00
CASO 06D	97,30	33,50	13,70	0,00
CASO 06E	97,30	33,50	13,70	0,00

Tabla 48. Demanda energética resultante del Caso 06

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

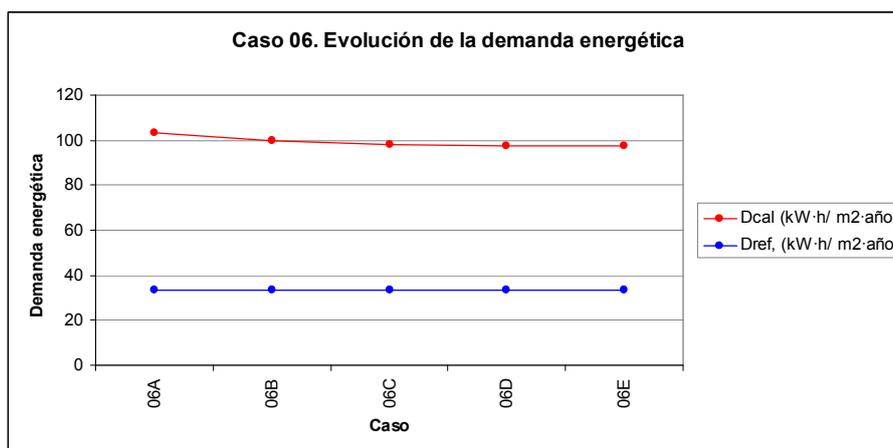


Figura 23. Caso 06. Evolución de la demanda energética

Se selecciona para el caso final, según lo explicado en el apartado correspondiente a las conclusiones, el Caso 06D.

6.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 06D son los siguientes:

CASO 06D	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-81	0,94	-1147	-16952
REFRIGERACIÓN	106	1,01	-246	22321

Tabla 49. Cargas térmicas resultantes del Caso 06

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	12,69	3,36
FACHADAS	-2348	253	13,85	1,13
ESPACIOS NH	-2345	487	13,83	2,18
PUNTES TÉRMICOS	-4023	1071	23,73	4,80
VENTANAS	-7005	17458	41,32	78,21
INTERNAS	1818	1744	-10,72	7,81
VENTILACIÓN	-1096	560	6,47	2,51
TOTAL CASO 06D	-16952	22321	100	100

Tabla 50. Cargas térmicas resultantes del Caso 06 repartidas por elementos

7. CASO 07. TRATAMIENTO DE LOS PUENTES TÉRMICOS

7.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 07A	Eliminación del puente térmico de los pilares integrados en fachada
CASO 07B	Eliminación del puente térmico del encuentro de la fachada con la solera
CASO 07C	Eliminación del puente térmico del encuentro de la fachada con la cubierta
CASO 07D	Solución 1 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07E	Solución 2 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07F	Solución 3 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07G	Solución 4 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07H	Solución 5 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07I	Solución 6 del puente térmico del encuentro de la fachada con el voladizo
CASO 07J	Eliminación del puente térmico en el contorno de los huecos

Tabla 51. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 07

Los detalles constructivos de las diferentes soluciones pueden consultarse en el ANEXO IV a la presente memoria.

7.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición de la solera de la siguiente forma:

	FN 01	FN 02	FS 01	FS 02	FE 01	FE 02	FO 01	FO 02	TOTAL	Ψ (W/mK)
CASO 07A	PILAR INTEGRADO EN FACHADA									
Pilar en fachada	0,00	2,70	0,00	2,70	8,10	0,00	10,80	0,00	24,30	0,02
Pilar en esquina	0,00	2,70	5,40	5,40	0,00	2,70	0,00	0,00	16,20	0,07
CASO 07B	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,10
CASO 07C	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,10
CASO 07D	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,51
CASO 07E	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,09
CASO 07F	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,33
CASO 07G	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,30
CASO 07H	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,05
CASO 07I	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,06
CASO 07J	CONTORNO DE HUECO									
Jamba	5,40	2,40	4,80	5,40	32,40	4,20	21,60	4,20	80,40	0,02
Dintel	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,02
Alféizar	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,02

Tabla 52. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 07

El puente térmico del voladizo con la fachada Sur 02 se estudia con el software Therm (v7.2). Las imágenes generadas por el mismo, así como el proceso de cálculo seguido, pueden consultarse en el ANEXO V a la presente memoria. Los datos obtenidos de dicho estudio se exponen a continuación:

CASO	U_t (W/m ² K)	L_t (m)	L2D (W/mK)	U_x (W/m ² K)	L_x (m)	$U_x \cdot L_x$ (W/mK)	U_y (W/m ² K)	L_y (m)	$U_y \cdot L_y$ (W/mK)	ψ (W/mK)
07D	0,74	1,91	1,41	0,39	1,10	0,43	0,58	0,81	0,47	0,51
07E	0,53	1,85	0,98	0,41	1,10	0,45	0,58	0,75	0,44	0,09
07F	0,85	1,91	1,63	0,79	1,10	0,87	0,53	0,81	0,43	0,33
07G	0,74	1,90	1,41	0,82	1,09	0,89	0,26	0,81	0,21	0,30
07H	0,45	1,86	0,84	0,52	1,10	0,57	0,28	0,76	0,21	0,05
07I	0,44	1,86	0,82	0,50	1,10	0,55	0,28	0,76	0,21	0,06

Tabla 53. Datos obtenidos del estudio del puente térmico del voladizo con el software Therm

7.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 07A	107,20	31,80	4,90	5,05
CASO 07B	106,60	31,60	5,45	5,65
CASO 07C	110,60	32,70	1,90	2,40
CASO 07D	113,00	33,60	-0,20	0,30
CASO 07E	112,30	33,30	0,40	0,60
CASO 07F	112,70	33,50	0,05	0,00
CASO 07G	112,60	33,50	0,15	0,00
CASO 07H	112,20	33,30	0,50	0,60
CASO 07I	112,20	33,30	0,50	0,60
CASO 07J	109,30	32,30	3,05	3,60
COMBINACIÓN	93,10	28,40	17,45	15,20

Tabla 54. Demanda energética resultante del Caso 07

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

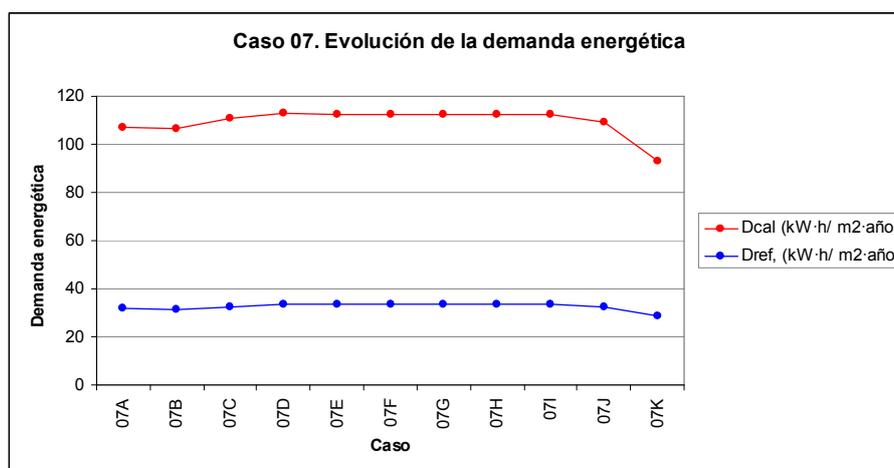


Figura 24. Caso 07. Evolución de la demanda energética

Se selecciona para el caso final, según lo explicado en el apartado correspondiente a las conclusiones, una combinación de los tratamientos en los diferentes puentes térmicos.

7.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para la combinación de resultados del Caso 07D son los siguientes:

CASO 07	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-64	0,92	-1147	-13432
REFRIGERACIÓN	102	1,01	-246	21361

Tabla 55. Cargas térmicas resultantes del Caso 07

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	16,02	3,51
FACHADAS	-2348	233	17,48	1,09
ESPACIOS NH	-2289	502	17,04	2,35
PUENTES TÉRMICOS	-360	96	2,68	0,45
VENTANAS	-7005	17458	52,15	81,73
INTERNAS	1818	1744	-13,53	8,16
VENTILACIÓN	-1096	560	8,16	2,62
TOTAL CASO 07K	-13432	21361	100	100

Tabla 56. Cargas térmicas resultantes del Caso 07 repartidas por elementos

8. CASO 08. MEJORA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS

8.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 08A	Mejora 1 de las características de los vidrios
CASO 08B	Mejora 2 de las características de los vidrios
CASO 08C	Mejora 3 de las características de los vidrios
CASO 08D	Mejora 4 de las características de los vidrios
CASO 08E	Mejora 1 de las características de los marcos
CASO 08F	Mejora 2 de las características de los marcos
CASO 08G	Mejora 3 de las características de los marcos
CASO 08H	Combinación óptima de las características de los huecos

Tabla 57. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 08

8.2. VALORES CONSIDERADOS

Se mejoran las características térmicas de los huecos de todas las orientaciones de la siguiente forma:

	ABSORTIVIDAD MARCO	FM	TIPO MARCO	$U_{H,M}$ (W/m ² K)	TIPO VIDRIO	g VIDRIO	$U_{H,V}$ (W/m ² K)	U_H (W/m ² K)
CASO 08A	0,20 (blanco)	0,15	Sin RPT	5,70	Normal	0,75	2,50	2,95
CASO 08B			Sin RPT	5,70	Normal	0,75	2,00	2,55
CASO 08C			Sin RPT	5,70	Normal	0,75	1,50	2,15
CASO 08D			Sin RPT	5,70	Bajo emisivo ($\epsilon \leq 0,03$)	0,70	1,40	2,05
CASO 08E			Con RPT > 12 mm	2,50	Normal	0,75	3,30	3,20
CASO 08F			Con RPT > 12 mm	2,00	Normal	0,75	3,30	3,10
CASO 08G			Con RPT > 12 mm	1,50	Normal	0,75	3,30	3,05
CASO 08H			Con RPT > 12 mm	1,50	Bajo emisivo ($\epsilon \leq 0,03$)	0,70	1,40	1,45

Tabla 58. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 08

8.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 08A	103,40	35,90	8,30	-7,15
CASO 08B	97,50	37,40	13,55	-11,65
CASO 08C	91,60	39,30	18,75	-17,30
CASO 08D	94,60	37,10	16,10	-10,75
CASO 08E	109,80	33,10	2,60	1,20
CASO 08F	109,40	33,10	2,95	1,20
CASO 08G	108,90	33,00	3,40	1,50
CASO 08H	90,80	37,00	19,45	-10,45

Tabla 59. Demanda energética resultante del Caso 08

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

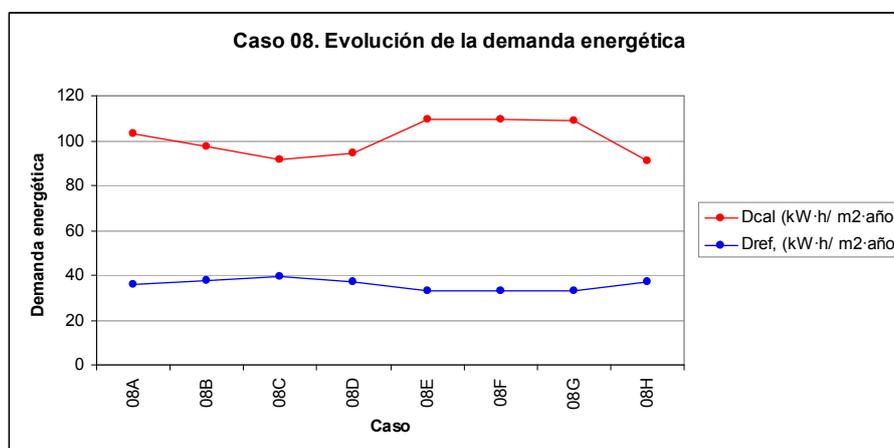


Figura 25. Caso 08. Evolución de la demanda energética

8.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para la combinación de resultados del Caso 08H son los siguientes:

CASO 08H	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-61	0,92	-1147	-12799
REFRIGERACIÓN	92	1,01	-246	19257

Tabla 60. Cargas térmicas resultantes del Caso 08

MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA	POTENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	$Q_{s,cal}$ (W)	$Q_{s,ref}$ (W)	$Q_{s,cal}$ %	$Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	16,81	3,89
FACHADAS	-2348	253	18,35	1,31
ESPACIOS NH	-2289	502	17,88	2,61
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	31,43	5,56
VENTANAS	-2708	14379	21,16	74,67
INTERNAS	1818	1744	-14,20	9,06
VENTILACIÓN	-1096	560	8,56	2,91
TOTAL CASO 08H	-12799	19257	100	100

Tabla 61. Cargas térmicas resultantes del Caso 08 repartidas por elementos

9. CASO 09. INSTALACIÓN DE DOBLES VENTANAS EN LOS HUECOS DE LA VIVIENDA

9.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 09A	Instalación de dobles ventanas en las fachadas norte
CASO 09B	Instalación de dobles ventanas en las fachadas sur
CASO 09C	Instalación de dobles ventanas en las fachadas este
CASO 09D	Instalación de dobles ventanas en las fachadas oeste
CASO 09E	Instalación de dobles ventanas en todas las orientaciones

Tabla 62. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 09

9.2. VALORES CONSIDERADOS

Se instalan dobles ventanas en todas las fachadas de la siguiente forma:

	FACHADA	$U_{H,M}$ (W/m ² K)	$U_{H,V}$ (W/m ² K)	U_H (W/m ² K)
CASO 09A	N01-N02	5,70	3,30	1,90
CASO 09B	S01-S02			
CASO 09C	E01-E02			
CASO 09D	O01-O02			
CASO 09E	TODAS			

Tabla 63. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 09

9.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	$D_{ref.}$ (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción $D_{ref.}$ (%)
CASO 09A	109,70	33,80	2,70	-0,90
CASO 09B	110,80	32,30	1,75	3,60
CASO 09C	109,30	32,70	3,05	2,40
CASO 09D	109,20	32,80	3,15	2,10
CASO 09E	100,90	30,90	10,50	7,75

Tabla 64. Demanda energética resultante del Caso 09

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

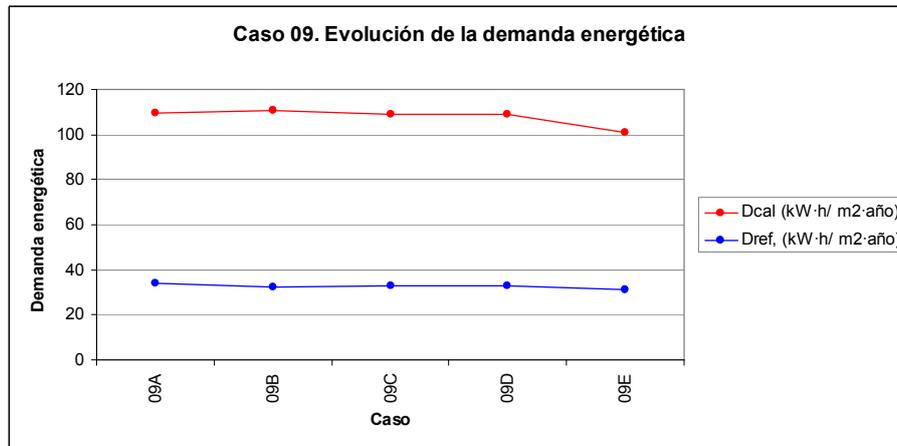


Figura 26. Caso 09. Evolución de la demanda energética

9.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 09E son los siguientes:

CASO 09E	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-65	0,92	-1147	-13723
REFRIGERACIÓN	98	1,01	-246	20649

Tabla 65. Cargas térmicas resultantes del Caso 09

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	15,68	3,63
FACHADAS	-2348	253	17,11	1,23
ESPACIOS NH	-2289	502	16,68	2,43
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	29,32	5,19
VENTANAS	-3631	15771	26,46	76,38
INTERNAS	1818	1744	-13,25	8,45
VENTILACIÓN	-1096	560	7,99	2,71
TOTAL CASO 09E	-13723	20649	100	100

Tabla 66. Cargas térmicas resultantes del Caso 09 repartidas por elementos

10. CASO 10. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES

10.1. ÍNDICE DE CASOS

Se resumen los casos estudiados en el presente apartado en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	
CASO 10A	Incorporación de aislamiento en el cerramiento
CASO 10B	Incremento 1 del espesor del aislamiento en el cerramiento
CASO 10C	Incremento 2 del espesor del aislamiento en el cerramiento
CASO 10D	Incorporación de aislamiento en la partición
CASO 10E	Incremento 1 del espesor del aislamiento en la partición
CASO 10F	Incremento 2 del espesor del aislamiento en la partición
CASO 10G	Composición óptima del cerramiento y la partición

Tabla 67. Resumen de los apartados estudiados en el Caso 10

10.2. VALORES CONSIDERADOS

Se modifica la composición del cerramiento y la partición de la siguiente forma:

	CERRAMIENTO				PARTICIÓN				ENH1/ENH2					
	CAT. CTE	e_{at} (m)	R_{at} (m^2K/W)	U_c (W/m^2K)	CAT. CTE	e_{at} (m)	R_{at} (m^2K/W)	U_p (W/m^2K)	A_{h-nh}/A_{nh-e}	b	U (W/m^2K)			
CASO 10A	F 3.2	0,05	1,43	0,47	P 1.1	0,00	0,00	4,76	1,00	0,40	0,53	0,77	2,52	3,66
CASO 10B	F 3.2	0,10	2,85	0,28	P 1.1	0,00	0,00	4,76	1,00	0,40	0,53	0,77	2,52	3,66
CASO 10C	F 3.2	0,15	4,29	0,20	P 1.1	0,00	0,00	4,76	1,00	0,40	0,53	0,77	2,52	3,66
CASO 10D	F 3.2	0,00	0,00	1,41	F 3.2	0,05	1,43	0,47	1,00	0,40	0,92	0,97	0,43	0,45
CASO 10E	F 3.2	0,00	0,00	1,41	F 3.2	0,10	2,86	0,28	1,00	0,40	0,92	0,97	0,25	0,43
CASO 10F	F 3.2	0,00	0,00	1,41	F 3.2	0,15	4,29	0,20	1,00	0,40	0,92	0,97	0,18	0,19
CASO 10G	F 3.2	0,05	1,43	0,47	F 3.2	0,15	4,29	0,20	1,00	0,40	0,92	0,97	0,18	0,19

Tabla 68. Valores considerados en los diferentes apartados del Caso 10

10.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)	D_{ref} ($kW\cdot h/m^2\cdot año$)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 10A	98,20	33,50	12,90	0,00
CASO 10B	98,20	33,50	12,90	0,00
CASO 10C	98,20	33,50	12,90	0,00
CASO 10D	95,10	33,50	15,65	0,00
CASO 10E	94,30	33,50	16,36	0,00
CASO 10F	93,90	33,50	16,70	0,00
CASO 10G	93,90	33,50	16,70	0,00

Tabla 69. Demanda energética resultante del Caso 10

Que, representado en forma de gráfica, queda de la siguiente forma:

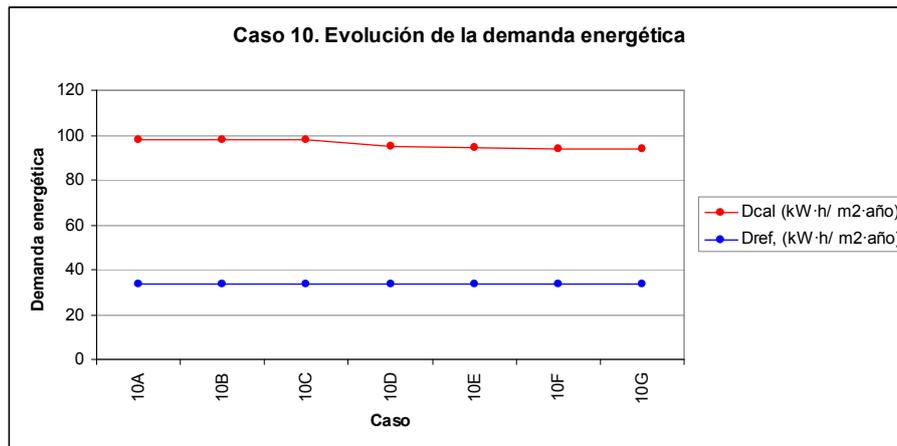


Figura 27. Caso 10. Evolución de la demanda energética

10.4. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 10G son los siguientes:

CASO 10G	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-72	0,93	-1147	-15182
REFRIGERACIÓN	104	1,01	-246	21826

Tabla 70. Cargas térmicas resultantes del Caso 10

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	749	14,17	3,43
FACHADAS	-2348	253	15,47	1,16
ESPACIOS NH	-375	-7	2,47	-0,03
PUENTES TÉRMICOS	-4023	1071	26,50	4,91
VENTANAS	-7005	17458	46,14	79,99
INTERNAS	1818	1744	-11,97	7,99
VENTILACIÓN	-1096	560	7,22	2,57
TOTAL CASO 10G	-15182	21826	100	100

Tabla 71. Cargas térmicas resultantes del Caso 10 repartidas por elementos

11. CASO 11. COMBINACIÓN ÓPTIMA DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

En este apartado se realizará el cálculo de la demanda energética de la vivienda con las combinaciones óptimas de cada uno de los casos anteriores.

11.1. VALORES CONSIDERADOS

Se recopilan a continuación los valores considerados para cada uno de los elementos, según se ha visto en los apartados anteriores:

SUPERFICIE DE HUECOS

	FACHADA	SUPERFICIE FACHADA (m ²)	HUECOS REDUCIDOS (m ²)	% RESPECTO FACHADA	% RESPECTO TOTAL
CASO 02Q	FN01	7,75	2,95	38,05	
	FN02	28,65	3,50	12,20	
	FS01	17,20	0,00	0,00	
	FS02	36,55	13,50	36,94	
	FE01	49,40	20,50	41,50	
	FE02	5,25	2,50	47,60	
	FO01	54,15	8,10	14,95	
	FO02	7,40	1,70	22,95	
	TOTAL	206,35	52,75		25,55

Tabla 72. Superficie de huecos y fachadas del caso óptimo

COMPOSICIÓN DE FACHADAS DE ESPACIOS HABITABLES

La composición óptima de las fachadas de los espacios habitables, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es la siguiente:

	CATÁLOGO CTE	e _{at} (m)	e _{fac} (m)	R _{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
CASO 03I	F 4.5	0,12+0,05	0,410	4,85	0,16

Tabla 73. Composición de fachadas del caso óptimo

PROTECCIONES SOLARES

La combinación óptima de los elementos de protección solar en cada fachada, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es la siguiente:

FACHADA	S01	S02	E01	E02	O01	O02
CASO						
	V					
04K	AHC	(1,5)	LV	-	LV/AHC	AHC

Tabla 74. Protecciones solares consideradas en el caso óptimo

COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS

La composición óptima de las cubiertas de la vivienda, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es la siguiente:

CASO	CATÁLOGO CTE	e _{at} (m)	e _{cub} (m)	R _{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
05C	F 5.3	0,20	0,665	5,71	0,16

Tabla 75. Composición de cubiertas del caso óptimo

COMPOSICIÓN DE SOLERA

La composición óptima de la solera de la vivienda, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es la siguiente:

CASO	TIPO AISLAMIENTO	e_{at} (m)	e_{sol} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U (W/m ² K)
06D	Continuo	0,15	0,30	4,29	0,45

Tabla 76. Composición de solera del caso óptimo

PUNTES TÉRMICOS

El diseño óptimo de los puentes térmicos de la vivienda, según lo expuesto en el apartado correspondiente, adaptados al diseño óptimo del resto de elementos constructivos de la envolvente de la vivienda, es el siguiente:

	FN 01	FN 02	FS 01	FS 02	FE 01	FE 02	FO 01	FO 02	TOTAL	ψ (W/mK)
Pilar en fachada	0,00	2,70	0,00	2,70	8,10	0,00	10,80	0,00	24,30	0,02
Pilar en esquina	0,00	2,70	5,40	5,40	0,00	2,70	0,00	0,00	16,20	0,07
Fachada con solera	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,10
Fachada con cubierta	2,85	10,65	6,40	13,55	18,85	1,95	20,05	2,75	77,05	0,10
Fachada con voladizo	0,00	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55	0,05
Jamba	5,40	2,40	4,80	5,40	32,40	4,20	21,60	4,20	80,40	0,02
Dintel	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,02
Alféizar	2,75	8,00	2,60	10,00	9,80	1,20	8,00	0,80	43,15	0,02

Tabla 77. Longitud y transmitancia térmica lineal de puentes térmicos del caso óptimo

CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS

La selección óptima de las características térmicas de los huecos de la vivienda, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es el siguiente:

CASO	ABSORTIVIDAD MARCO	FM	TIPO MARCO	$U_{H,M}$ (W/m ² K)	TIPO VIDRIO	g VIDRIO	$U_{H,V}$ (W/m ² K)	U_H (W/m ² K)
08H	0,20 (blanco)	0,15	Con RPT > 12 mm	1,50	Bajo emisivo ($\epsilon \leq 0,03$) 4-15-4	0,70	1,40	1,45

Tabla 78. Características térmicas de los huecos del caso óptimo

DOBLES VENTANAS

Como se explica en el apartado correspondiente a las conclusiones, no se contempla la instalación de doubles ventanas en el caso definitivo.

ESPACIOS NO HABITABLES

La composición óptima de los cerramientos y particiones de los espacios no habitables, según lo expuesto en el apartado correspondiente, es la siguiente:

CASO	CERRAMIENTO				PARTICIÓN				ENH1 ENH2			
	CAT. CTE	e_{at} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U_c (W/m ² K)	CAT. CTE	e_{at} (m)	R_{at} (m ² K/W)	U_p (W/m ² K)	A_{h-nh}/A_{nh-e}	b	U (W/m ² K)	
10G	F 3.2	0,05	1,43	0,47	F 3.2	0,15	4,29	0,20	1,00 0,40	0,92 0,97	0,18	0,19

Tabla 79. Características térmicas de los espacios no habitables del caso óptimo y sus envolventes

11.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Los valores resultantes de demanda energética son los siguientes:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CASO 11	20,70	12,00	81,65	64,20

Tabla 80. Demanda energética resultante del caso óptimo

11.3. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA EL CASO SELECCIONADO

Los valores resultantes de cargas térmicas para el Caso 11 son los siguientes:

CASO 11	POTENCIA. W/m ²	FCS	POT. TOTAL QI (W)	POT. TOTAL Qs (W)
CALEFACCIÓN	-12	0,69	-1147	-2594
REFRIGERACIÓN	41	1,03	-246	8561

Tabla 81. Cargas térmicas resultantes del caso óptimo

Que, repartidos en función de la potencia térmica que se intercambia con el exterior a través de cada uno de los diferentes elementos de la envolvente, el Q_s (W) queda de la siguiente forma:

ELEMENTO	POTENCIA $Q_{s,cal}$ (W)	POTENCIA $Q_{s,ref}$ (W)	PORCENTAJE $Q_{s,cal}$ %	PORCENTAJE $Q_{s,ref}$ %
CUBIERTA	-2152	226	82,96	2,64
FACHADAS	-637	68	24,56	0,79
ESPACIOS NH	-231	-22	8,91	-0,26
PUENTES TÉRMICOS	-360	96	13,88	1,12
VENTANAS	-1438	5889	55,44	68,79
INTERNAS	1818	1744	-70,08	20,37
VENTILACIÓN	-1096	560	42,25	6,54
TOTAL CASO 11	-2594	8561	100	100

Tabla 82. Cargas térmicas resultantes del caso óptimo repartidas por elementos

Que, representando en forma de gráfica sus valores absolutos, quedan de la siguiente forma:

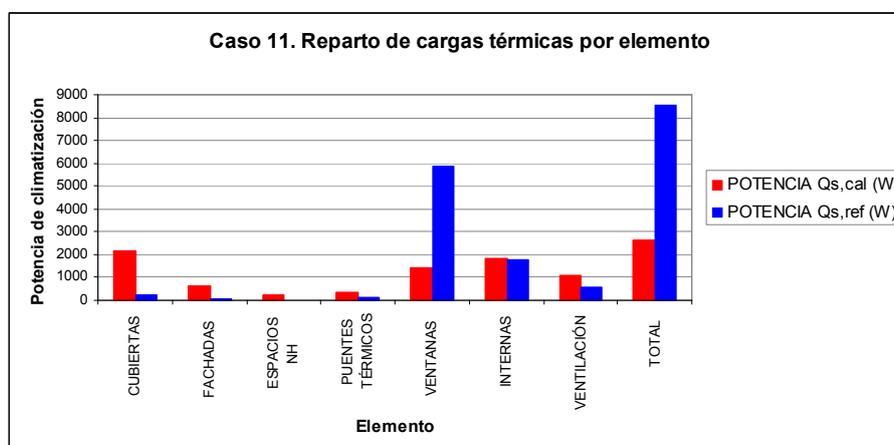


Figura 28. Caso 11. Reparto de cargas térmicas por elemento

12. RESUMEN DE LOS VALORES OBTENIDOS

12.1. EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Se resumen a continuación los valores de demanda energética de calefacción y refrigeración obtenidos, según los dos métodos de cálculo utilizados, en cada uno de los casos:

	D_{cal} (kW·h/ m ² ·año)	D_{ref} (kW·h/ m ² ·año)	Reducción D_{cal} (%)	Reducción D_{ref} (%)
CE³X				
CASO 01	112,75	33,50	0	0
CASO 02Q	118,80	22,70	-5,35	32,25
CASO 03I	99,90	31,50	11,40	5,95
CASO 04K	118,90	15,80	-5,45	52,85
CASO 05C	103,20	34,20	8,45	-2,10
CASO 06D	97,30	33,50	13,70	0,00
CASO 07K	93,10	28,40	17,45	15,20
CASO 08H	90,80	37,00	19,45	-10,45
CASO 09E	100,90	30,90	10,50	7,75
CASO 10G	93,90	33,50	16,72	0,00
CASO 11	20,70	12,00	81,65	64,20
HU L-C				
CASO 01	112,30	29,45	0	0
CASO 02Q	102,15	17,35	9,00	41,05
CASO 03I	95,95	30,75	14,60	-4,45
CASO 04K	125,50	21,80	-11,75	26,00
CASO 05C	100,10	28,55	10,90	3,10
CASO 06D	112,15	31,05	0,15	-5,45
CASO 07K	82,60	27,10	26,45	7,90
CASO 08H	83,20	32,10	25,90	-9,05
CASO 09E	90,65	31,00	19,30	-5,30
CASO 10G	102,55	29,10	8,65	1,15
CASO 11	21,15	13,95	81,15	52,50

Tabla 83. Resumen de demandas energéticas para los diferentes casos con los dos métodos de cálculo utilizados

El motivo de las diferencias entre los resultados obtenidos con CE³X y la HU L-C se explica en el apartado correspondiente de las conclusiones a los resultados obtenidos.

Representado en forma de gráfica los valores de la demanda energética para cada uno de los dos métodos de cálculo, queda de la siguiente forma:

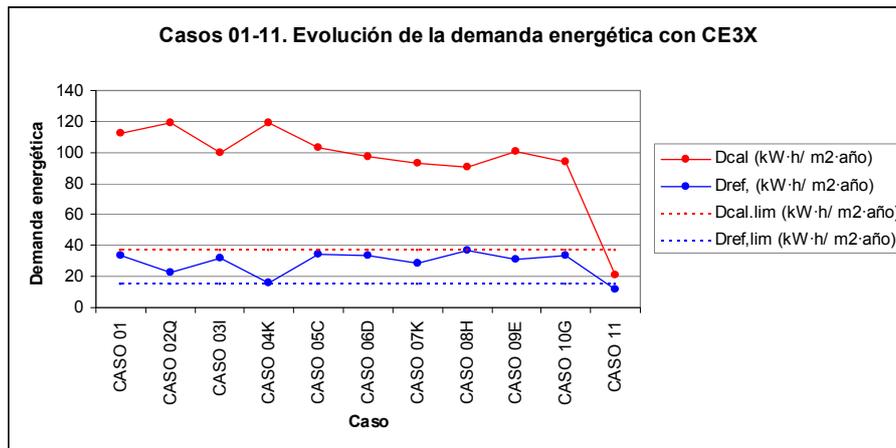


Figura 29. Casos 01-11. Evolución de la demanda energética con CE³X

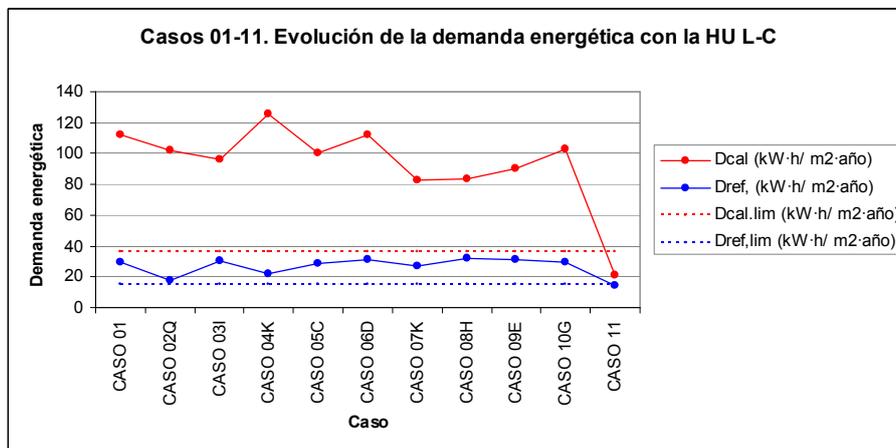


Figura 30. Casos 01-11. Evolución de la demanda energética con la HU L-C

Y, comparando ambos métodos de cálculo para las demandas de calefacción y refrigeración respectivamente:

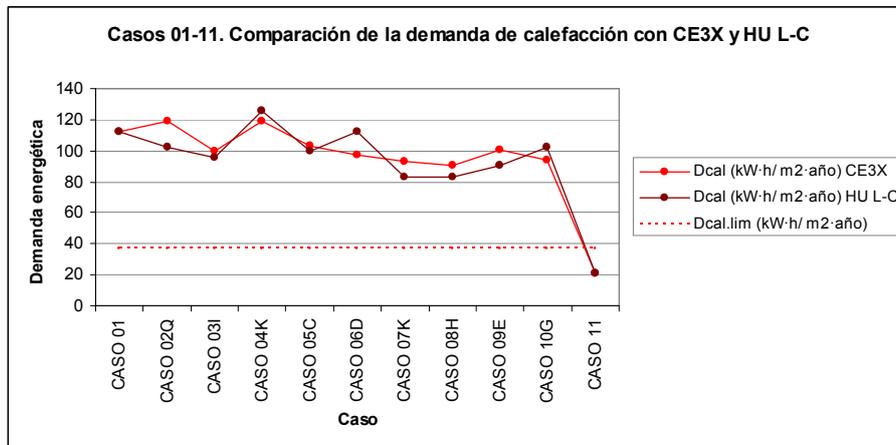


Figura 31. Casos 01-11. Comparación de la demanda de calefacción con CE³X y la HU L-C

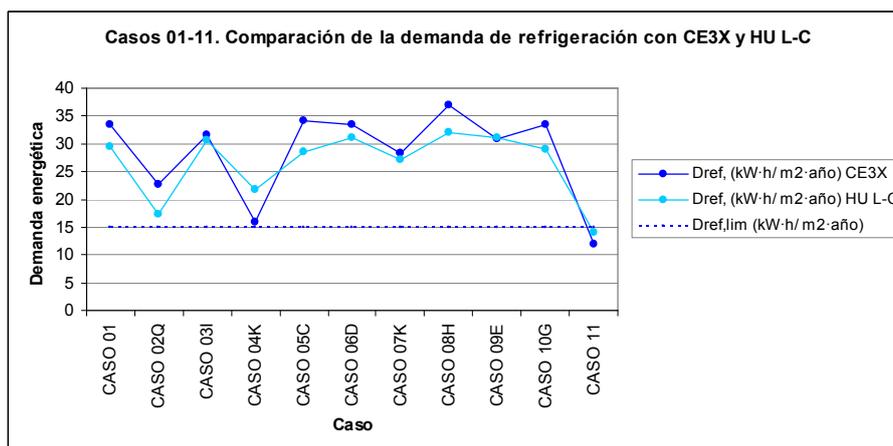


Figura 32. Casos 01-11. Comparación de la demanda de refrigeración con CE³X y la HU L-C

12.2. EVOLUCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Tras comparar los valores de las cargas térmicas obtenidos en el *Caso 01: Estado inicial*, el *Caso 02Q: Selección óptima de huecos*, el *Caso 03I: Composición óptima de la fachada de los espacios habitables*, el *Caso 04K: Selección óptima de los elementos de protección solar*, el *Caso 05C: Composición óptima de cubiertas*, el *Caso 06D: Composición óptima de la solera*, el *Caso 07K: Diseño óptimo de los puentes térmicos*, el *Caso 08H: Selección óptima de las características de los huecos*, el *Caso 09E: Instalación óptima de dobles ventanas*, y el *Caso 10G: Composición óptima de los cerramientos y particiones de los espacios no habitables* se obtienen los siguientes resultados:

	POT. TOTAL $Q_{s,cal}$ (W)	POT. TOTAL $Q_{s,ref}$ (W)	Reducción POT. TOTAL $Q_{s,cal}$ (%)	Reducción POT. TOTAL $Q_{s,ref}$ (%)
CASO 01	-17096	22336	-	-
CASO 02Q	-13810	14082	19,25	26,95
CASO 03I	-15384	22152	10,05	0,80
CASO 04K	-17096	18732	0,00	16,15
CASO 05C	-15593	21813	8,80	2,35
CASO 06D	-16952	22321	0,84	0,05
CASO 07K	-13432	21361	21,45	4,35
CASO 08H	-12799	19257	25,15	13,80
CASO 09E	-13723	20649	19,70	7,55
CASO 10G	-15182	21826	11,20	2,30
CASO 11	-2594	8561	84,80	61,65

Tabla 84. Resumen de cargas térmicas para los diferentes casos

Que, representando en forma de gráfica sus valores absolutos, quedan de la siguiente forma:

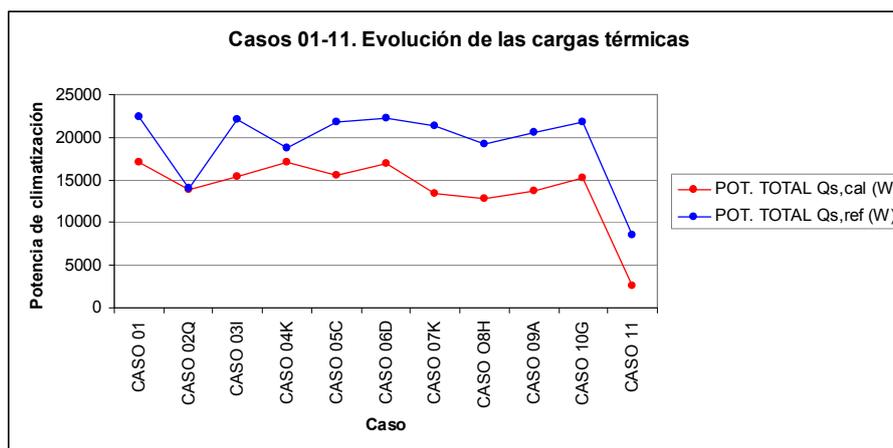


Figura 33. Casos 01-11. Evolución de las cargas térmicas

12.3. COMPARACIÓN CON LOS VALORES NORMATIVOS

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE

Según lo explicado en el apartado correspondiente a la metodología de trabajo, se comparan los valores obtenidos de la transmitancia térmica de los diferentes elementos con los máximos normativos.

	EDIFICIO DE REFERENCIA U (W/m ² K)	VALORES MÁXIMOS HE 1 U (W/m ² K)	PROYECTO U (W/m ² K)
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	0,66	0,60	0,16
Transmitancia límite de suelos	0,49	0,60	0,45
Transmitancia límite de cubiertas	0,38	0,40	0,16
Transmitancia límite de huecos (25 % huecos)			
N/NE/NO	2,5	2,70	1,45
E/O	2,9	2,70	1,45
S	3,5	2,70	1,45
SE/SO	3,5	2,70	1,45

Tabla 85. Comparación de los valores de transmitancia térmica obtenidos con los máximos normativos

Se observa que, para cada uno de los elementos de la envolvente, se cumplen los valores máximos normativos de los dos documentos citados.

DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

	D _{cal} (kW·h/m ² ·año)	D _{ref} (kW·h/m ² ·año)
DB-HE CTE	36,50	15
CE ³ X		
CASO 11	20,70	12,00
HU L-C		
CASO 11	21,15	13,95

Tabla 86. Comparación de los valores de demanda energética obtenidos con los máximos normativos

Se observa que, para los dos métodos de cálculo utilizados, no se alcanzan los valores máximos normativos de demanda energética de calefacción y refrigeración.

6. CONCLUSIONES

Tras cuantificar la demanda energética de la vivienda en el *Caso 01: Estado inicial* se deduce que, si bien los sistemas constructivos utilizados se ajustan a las primeras versiones del CTE, los valores de la demanda energética del edificio objeto de estudio distan mucho de lo que exige la normativa actual y, en última instancia, los consumos energéticos derivados de estas demandas se alejan de lo que podría considerarse un consumo energético *responsable, ecológico y económico*.

Dicha circunstancia únicamente podría justificarse en base a criterios de confort de los usuarios de los edificios construidos con anterioridad a la aparición del CTE o en sus primeros años de vigencia pero, como veremos más adelante, elementos como el confort, el respeto al medio ambiente y el ahorro en la factura energética de la vivienda no son excluyentes.

De los datos de la tabla de evolución de la demanda energética en cada uno de los casos, para el cálculo con la herramienta CE³X, como cabía esperar, se deduce que las mejoras sobre los elementos ciegos de la envolvente tienen mayor repercusión sobre la demanda energética de calefacción:

- Un adecuado tratamiento de los puentes térmicos supone una reducción del 17,45 % de esta demanda, y además disminuye un 15,20 % la demanda de refrigeración. Estos datos evidencian la gran importancia de la eliminación de dichos puentes, algo al lo que no se ha prestado ninguna atención en la construcción tradicional de las últimas décadas.
- La incorporación de aislamiento térmico en las particiones de los espacios no habitables, la incorporación de aislamiento térmico en la solera, en la fachada y en la cubierta son, en ese orden, las actuaciones en los elementos ciegos que más influyen en la demanda energética de calefacción, por detrás de la eliminación de puentes térmicos, suponiendo una reducción del 16,72 %, 13,70 %, 11,40 % y 8,45 %, respectivamente.
- La elección de unos vidrios y marcos de altas prestaciones térmicas suponen una reducción de la demanda energética de calefacción del 19,45 %, superior incluso a la eliminación de los puentes térmicos, aunque influye ligeramente en la demanda de refrigeración.
- La combinación óptima de todas las medidas suponen una reducción del 81,65 % de la demanda de calefacción, que pasa de 112,75 kW•h/m²•año a 20,70 kW•h/m²•año, por debajo de los 36,50 kW•h/m²•año máximos normativos.

Respecto a la intervención en los huecos de las fachadas, a excepción del caso anteriormente mencionado, influyen principalmente en la demanda energética de refrigeración.

- La incorporación de elementos de protección solar en los huecos suponen una reducción de dicha demanda del 52,85 %, y la reducción de la superficie de dichos huecos la reducen un 32,25 %. Por último, la incorporación de dobles ventanas, que no se ha incluido en el caso final, hubiera supuesto una reducción del 7,75 %.
- La combinación óptima de todas las medidas suponen una reducción del 64,20 % de la demanda de refrigeración, que pasa de 33,50 kW•h/m²•año a 12,00 kW•h/m²•año, por debajo de los 15,00 kW•h/m²•año máximos normativos.

Los resultados obtenidos con la HU L-C, aunque con diferencias significativas en algunos casos, siguen una tendencia similar a las comentadas anteriormente y, en los valores obtenidos en el caso final, son prácticamente coincidentes:

- La combinación óptima de todas las medidas suponen una reducción del 81,15 % de la demanda de calefacción, que pasa de 112,30 kW•h/m²•año a 21,15 kW•h/m²•año, por debajo de los 36,50 kW•h/m²•año máximos normativos.
- La combinación óptima de todas las medidas suponen una reducción del 52,50 % de la demanda de refrigeración, que pasa de 29,45 kW•h/m²•año a 13,95 kW•h/m²•año, por debajo de los 15,00 kW•h/m²•año máximos normativos.

Por otro lado, al introducir de forma simultánea todas las mejoras seleccionadas en los diferentes elementos de la vivienda, la potencia total necesaria para compensar las pérdidas de potencia térmica es, en el caso de calefacción (invierno) de -2594 W y en el de refrigeración (verano) de 8561 W, lo que supone una reducción de 84,80 % y 61,65 % respectivamente.

Se aprecia, en general, una mayor reducción de las cargas térmicas en la situación de invierno que en la de verano, a excepción únicamente del *Caso 02Q: Selección óptima de huecos* y el *Caso 04K: Selección óptima de los elementos de protección solar*, es decir, cuando se actúa sobre los elementos transparentes de la envolvente la reducción de cargas es mayor en la situación de verano, mientras que cuando se actúa en las partes ciegas la reducción de cargas es mayor en la situación de invierno, por los motivos explicados en el apartado correspondiente a las conclusiones del Caso 03.

El aprovechamiento del aislamiento térmico es mayor cuando la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior aumenta (independientemente de que estas temperaturas sean las propias de la situación de verano o la de invierno), con lo que el aumento del espesor del aislamiento térmico en las fachadas o cubiertas tiene mayor influencia sobre la demanda de calefacción; en el clima en el que se sitúa la vivienda, las diferencias de temperatura son mucho mayores en invierno (se consideran 20^º C interiores frente a los 7,4^º C exteriores de media en el mes de enero) que en verano (se consideran 24^º C interiores frente a los 25,4^º C exteriores de media en el mes de julio).

Por otro lado, se aprecian ligeras diferencias en los resultados obtenidos mediante el procedimiento simplificado (CE3X v1.3), y el procedimiento general (Herramienta Unificada Lider-Calener v0.9.958.791). Los datos introducidos en ambos programas referidos a transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente, ventilación, superficies, etc. son idénticos, a excepción de la orientación de la vivienda; en el software CE3X solo se permite seleccionar una orientación asimilada a las 8 principales (N, S, E, O, NE, NO, SE, SO), mientras que el la HU L-C permite seleccionar la orientación precisa. La orientación real de la fachada que hemos denominado Norte es, en realidad, noroeste, con un ángulo de 19^º respecto a la vertical.

A juicio del autor del presente trabajo, las diferencias obtenidas en el cálculo de las demandas energéticas se deben al hecho arriba explicado.

7. BIBLIOGRAFÍA, NORMATIVA Y SOFTWARE UTILIZADO

BIBLIOGRAFÍA

- Pinazo, J.M., y Soto, V., *Apuntes de la asignatura Climatización y Calefacción*, Máster en Edificación, Universidad Politécnica de Valencia, curso 2013/2014.
- Guillén, I., *Apuntes de la asignatura Eficiencia energética*, Máster en Edificación, Universidad Politécnica de Valencia, curso 2013/2014.
- Gómez, V., Guillén, I., *Apuntes de la asignatura Energía solar e iluminación*, Máster en Edificación, Universidad Politécnica de Valencia, curso 2013/2014.
- Moreno, J., 2011. Evaluación energética de los puentes térmicos en edificación. Trabajo Final de Máster. Universidad Politécnica de Madrid.
- Wassouf, M., *De la casa pasiva al estándar Passivhaus*, Gustavo Gili, Barcelona, 2014.
- Serra, R., *Arquitectura y climas*, Gustavo Gili, Barcelona, 2006.
- Serra, R., Coch, H., *Arquitectura y energía natural*, Ediciones UPC, Barcelona, 1995.
- Hyett, P., Edwards, B., *Guía básica de la sostenibilidad*, Gustavo Gili, Barcelona, 2004.

NORMATIVA

- España. *Real Decreto 1027/2007*, de 20 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*.
- España. *Real Decreto 233/2013*, de 5 de abril, por el que se aprueba el *Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2013-2016*.
- España. Resolución de 24 de marzo de 2015, del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, por el que se aprueba el *Programa de Ayudas para la rehabilitación Energética de Edificios Existentes (PAREER-CRECE)*.
- España. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía *Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto*, Madrid, 2010.
- Unión Europea. *Directiva 2010/31/UE*, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de edificios.
- España. *Real Decreto 314/2006*, de 17 de marzo, por el que se aprueba el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, *Documento Básico HE Ahorro de energía*, 2006.
- España. *Real Decreto 314/2006, DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*, 2006.
- España. *Real Decreto 314/2006, Sección HE 1: Limitación de la demanda energética*, 2006.
- España. Instituto Eduardo Torroja, *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, Madrid, 2010.
- España. *Real Decreto 314/2006*, (Op. Cit.), *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*, 2006.
- España. *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*.
- España. *Real Decreto 235/2013*, de 5 de abril, por el que se aprueba el *Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes*.

SOFTWARE

AutoCad. Versión 2011. Autodesk Inc. 1982-2004.

Therm. Versión 7.3. Regents of the University of California. 1994-2003.

Herramienta Unificada Lider-Calener. Versión 0.9.958.791. Código Técnico de la Edificación. 2014.

Microsoft Office. Versión 2002. Microsoft Corporation.

Revit Architecture. Versión 2013. Autodesk Inc.

CE3X. Versión 1.3. Efinovatic. 2013.

Climate Consultant. Versión 6.0. Department of Architecture and Urban Design
University of California. 1998.

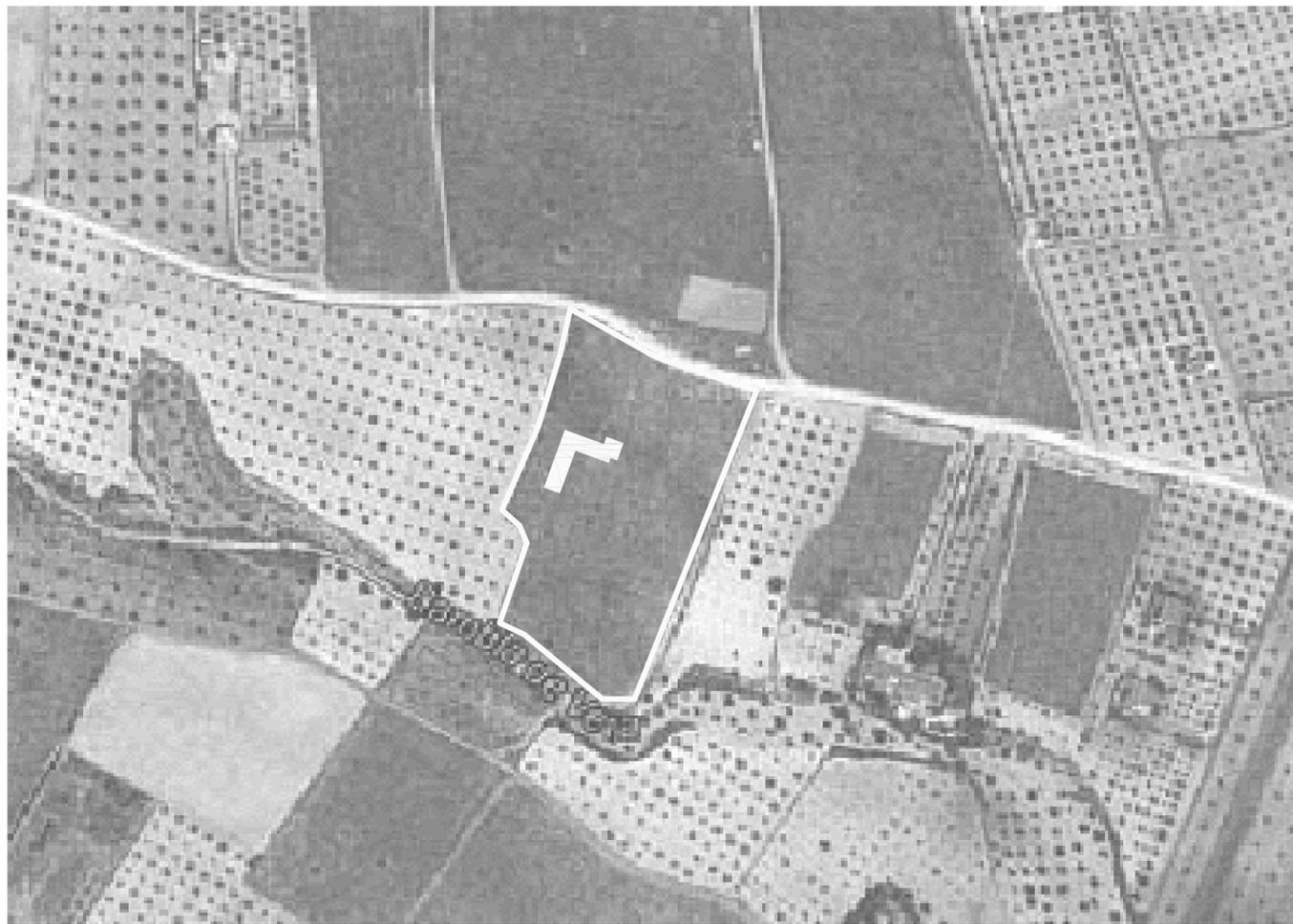
ANEXOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEXOS

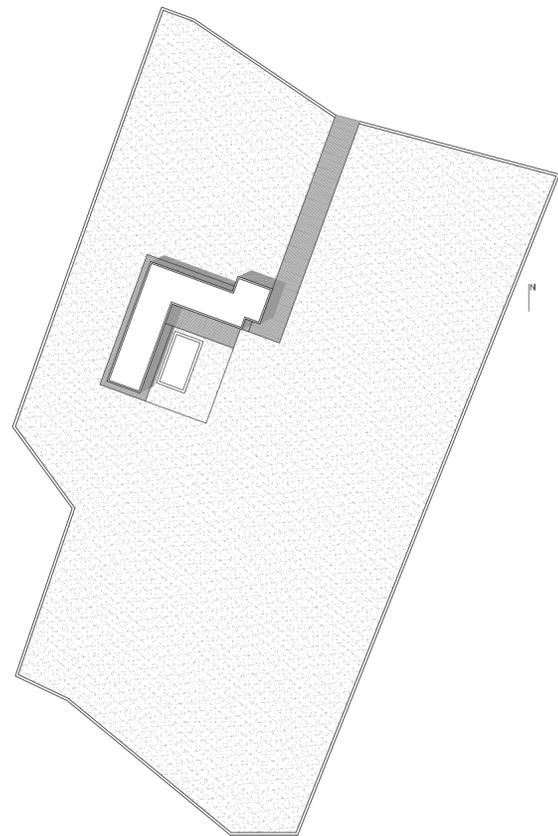
- I PLANOS DE LA VIVIENDA
- II RESUMEN DE CASOS EVALUADOS
- III RESUMEN DE LOS VALORES DE DEMANDA ENERGÉTICA
- IV REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS
- V CARACTERIZACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO DEL VOLADIZO (CASO 07)
- VI CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN EL CASO ÓPTIMO
- VII HOJAS DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS
- VIII REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS MODELOS DE LA HU-LC

ANEXO I: PLANOS DE LA VIVIENDA

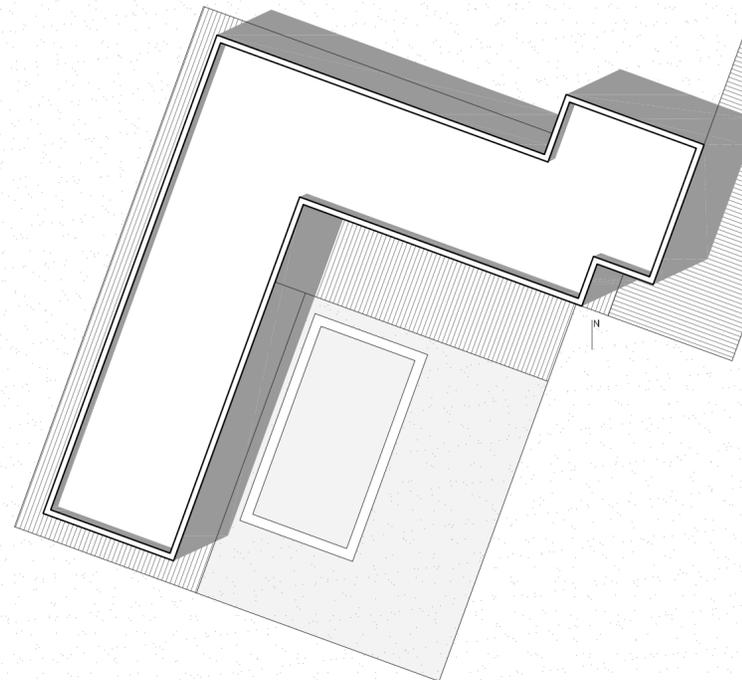
CASO 01. ESTADO INICIAL



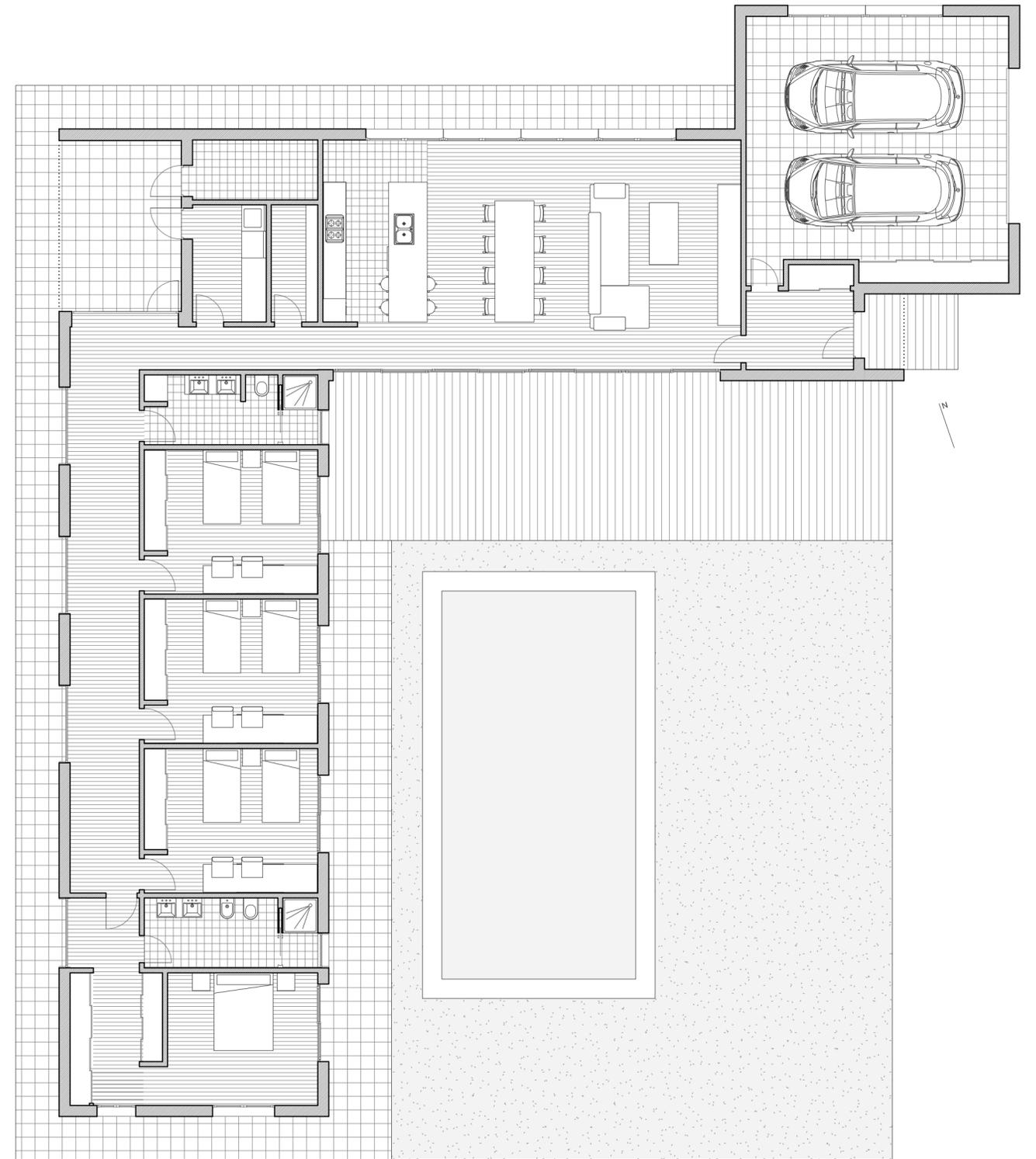
Situación. Escala 1:2000



Emplazamiento. Escala 1:1000



Emplazamiento. Escala 1:250

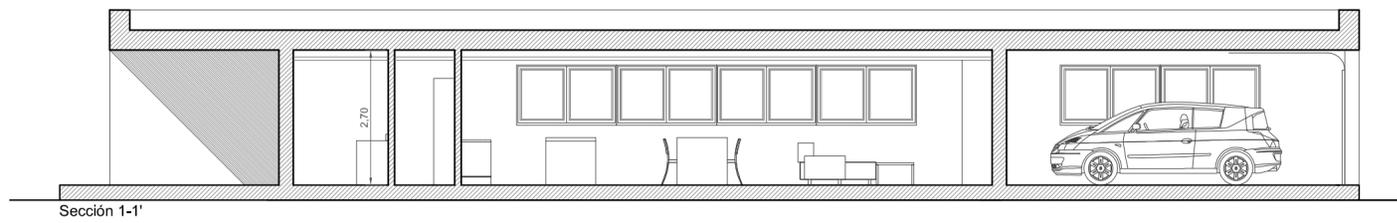


Planta baja. Escala 1:100

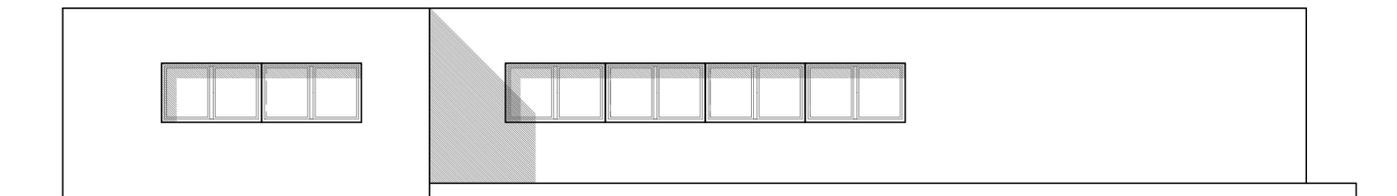


Trabajo Final de Máster. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia

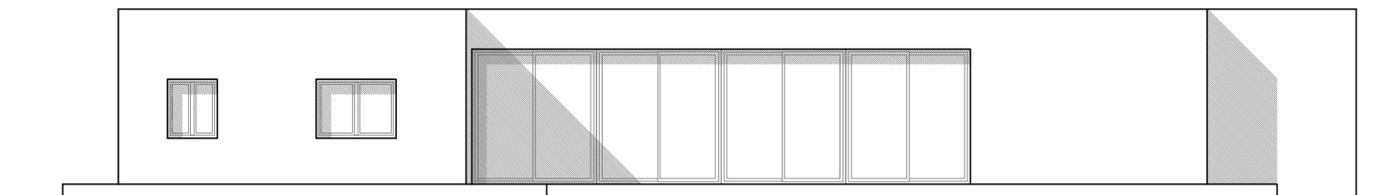
TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
		SITUACIÓN	Yecla (Murcia)
PLANO	01. Caso inicial. Situación, emplazamiento y mobiliario	ESCALA	Indicada



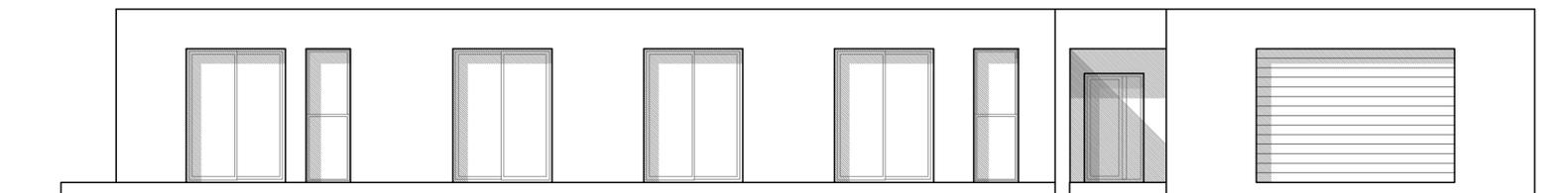
Sección 1-1'



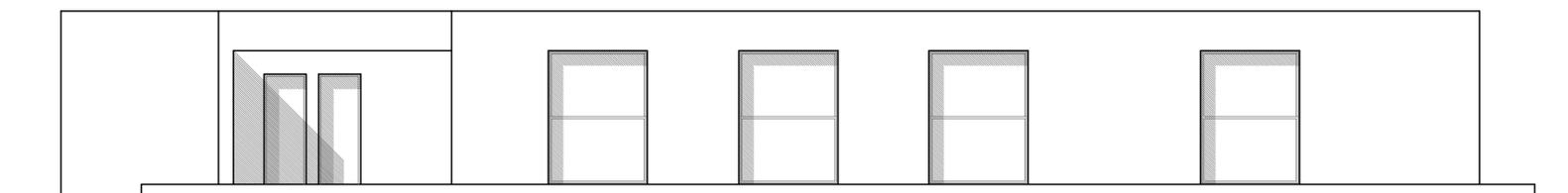
Alzado norte



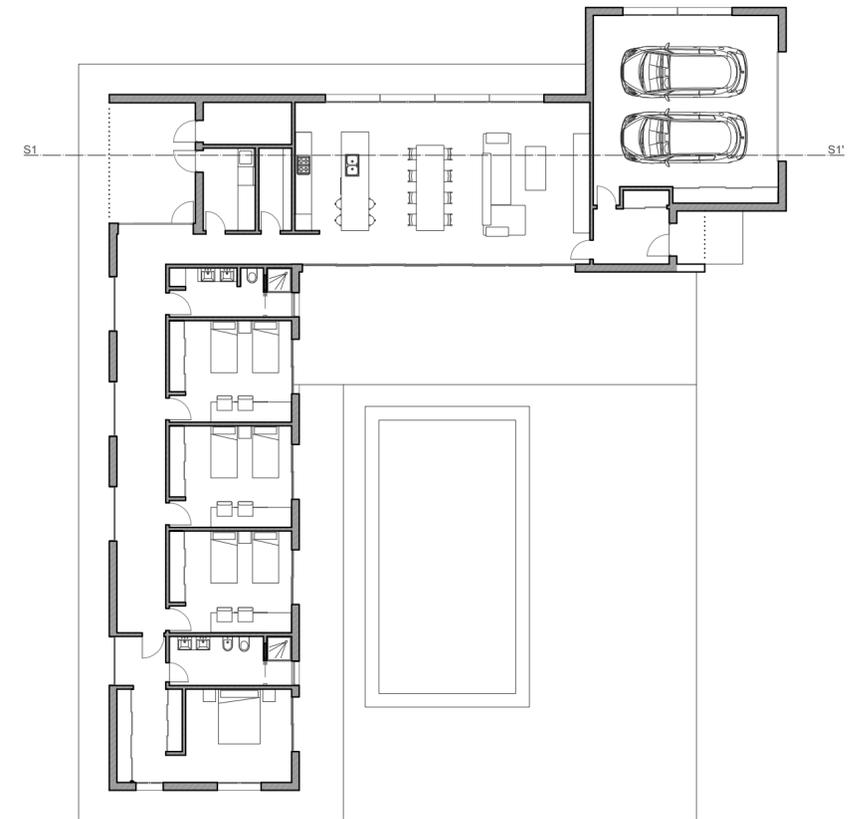
Alzado sur



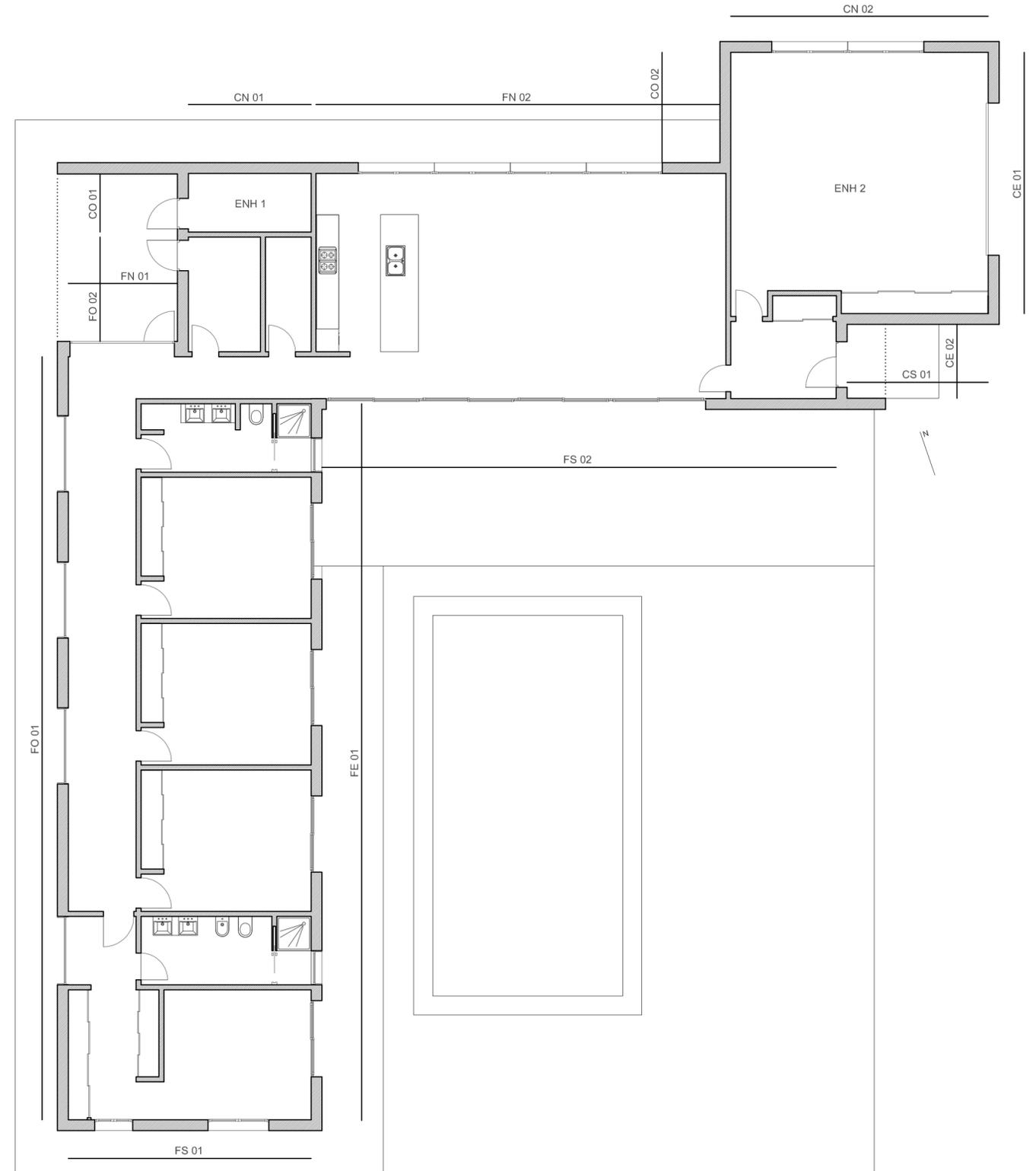
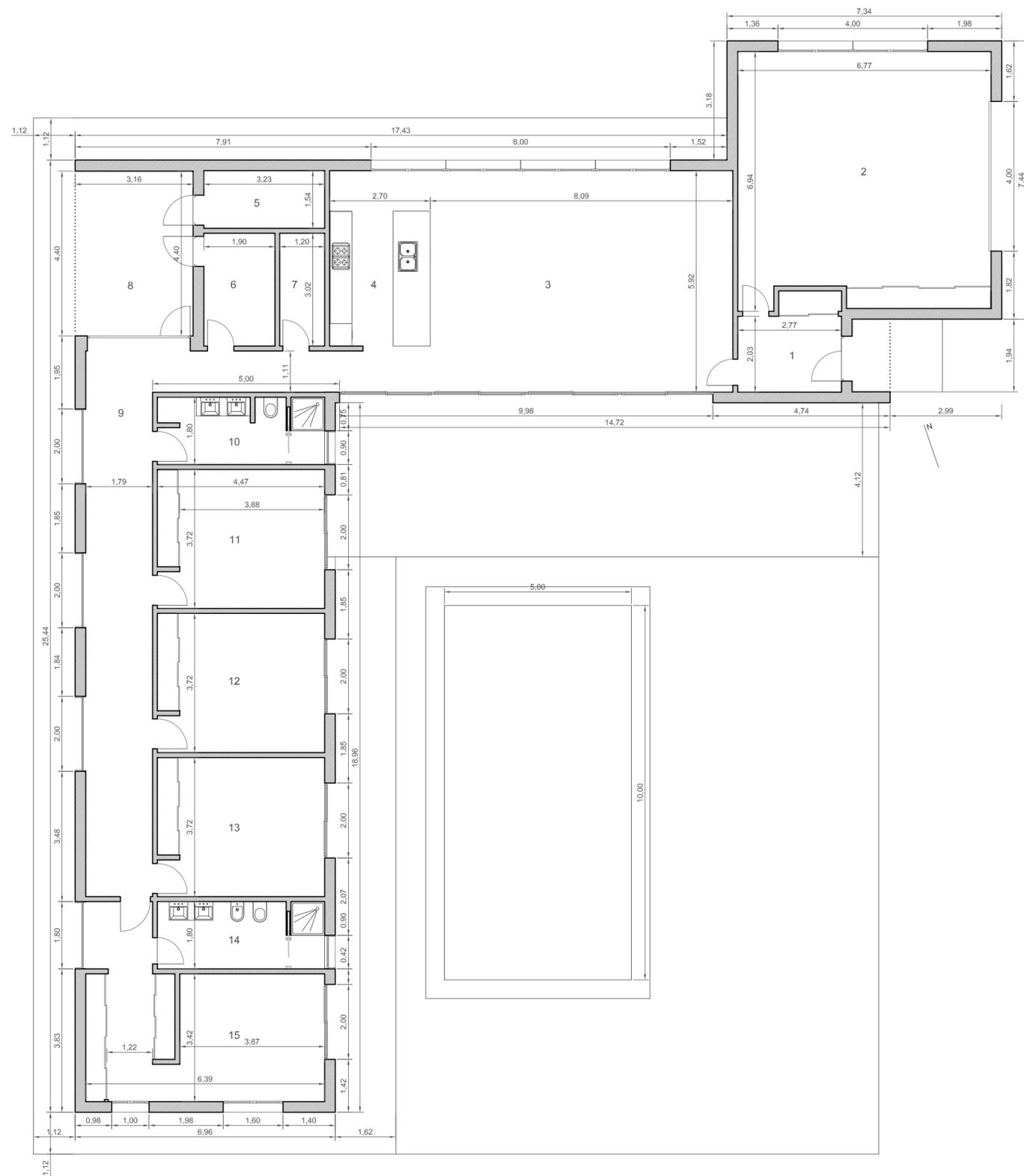
Alzado este



Alzado oeste



TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
PLANO	02. Caso inicial. Alzados	SITUACIÓN	Yecla (Murcia)
		ESCALA	1:100



CUADRO DE SUPERFICIES (m ²)		Césped		7. Despensa	
Parcela	10663	Piscina	140,05	8. Patio (50%)	3,60
SUPERFICIES CONSTRUIDAS		TOTAL	66,00	9. Distribuidor	6,95
Vivienda	245,30			10. Aseo 1	31,55
Garaje	53,75	SUPERFICIES ÚTILES		11. Dormitorio 1	8,50
TOTAL	299,05	1. Acceso	6,75	12. Dormitorio 2	16,60
SUP. ESPACIOS EXTERIORES		2. Garaje	45,90	13. Dormitorio 3	16,60
Zona pavimentada	143,70	3. Salón-comedor	47,65	14. Aseo 2	8,65
		4. Cocina	16,30	15. Dormitorio 4	24,80
		5. Sala de instalaciones	5,75	TOTAL	261,90
		6. Lavadero	5,70		

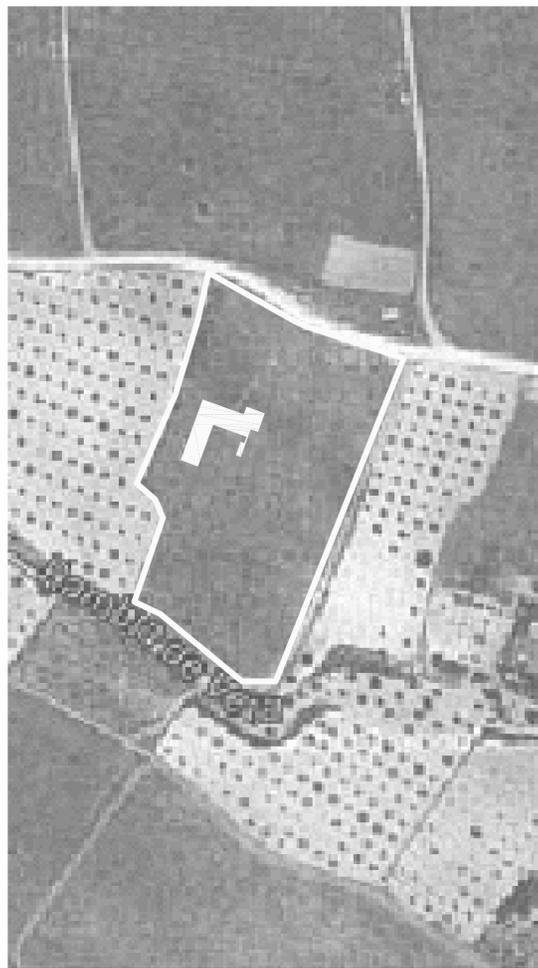


Trabajo Final de Máster. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia

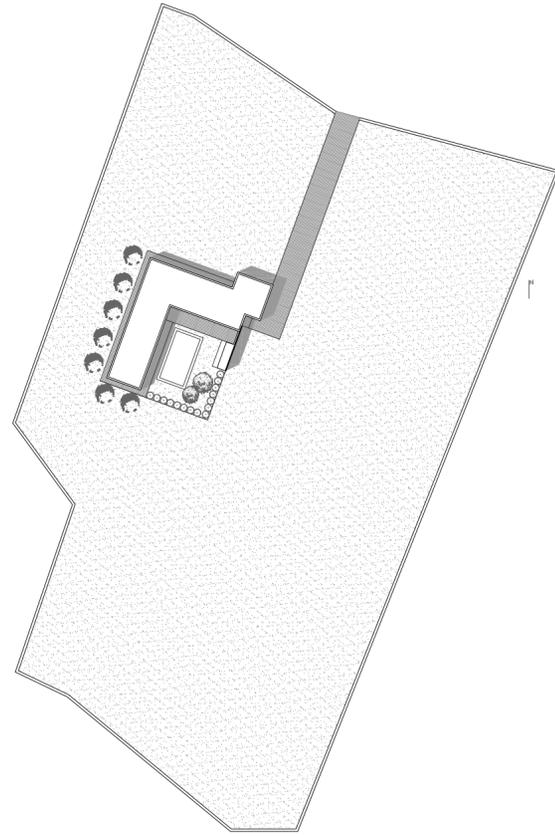
TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
PLANO	03. Caso inicial. Cotas, superficies y notación de fachadas	SITUACIÓN	Yecla (Murcia)
		ESCALA	1:100

MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

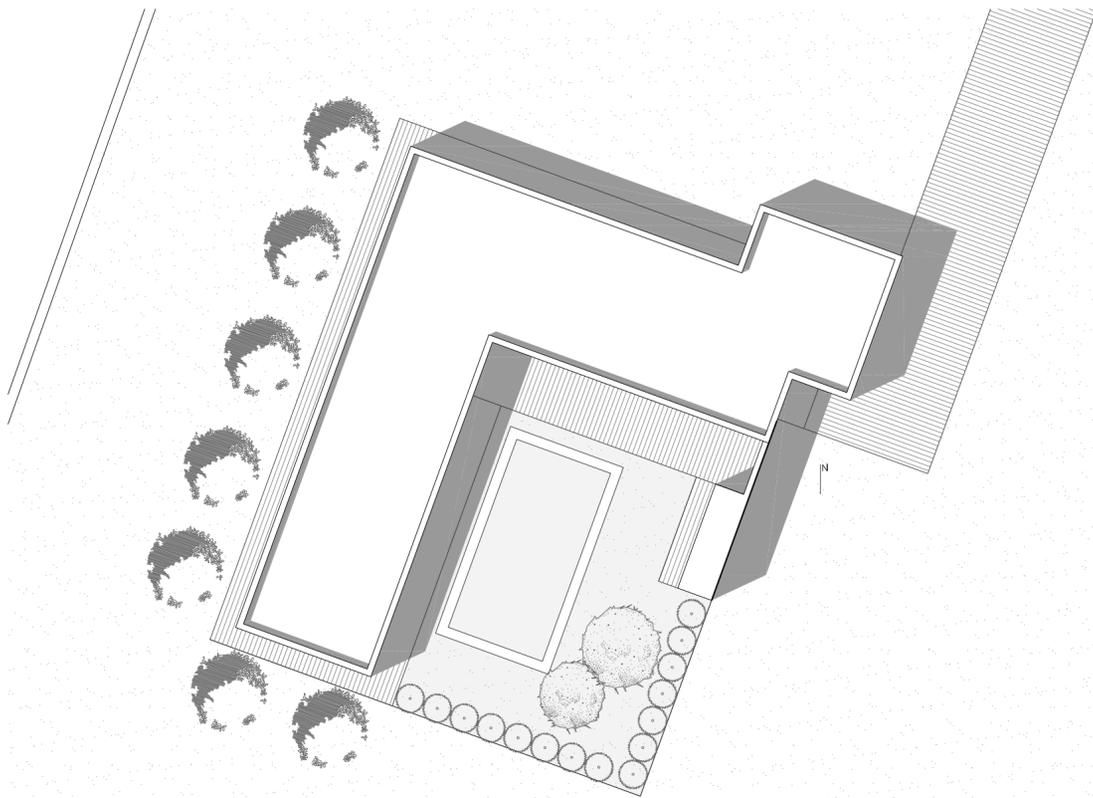
CASO 11. ESTADO FINAL



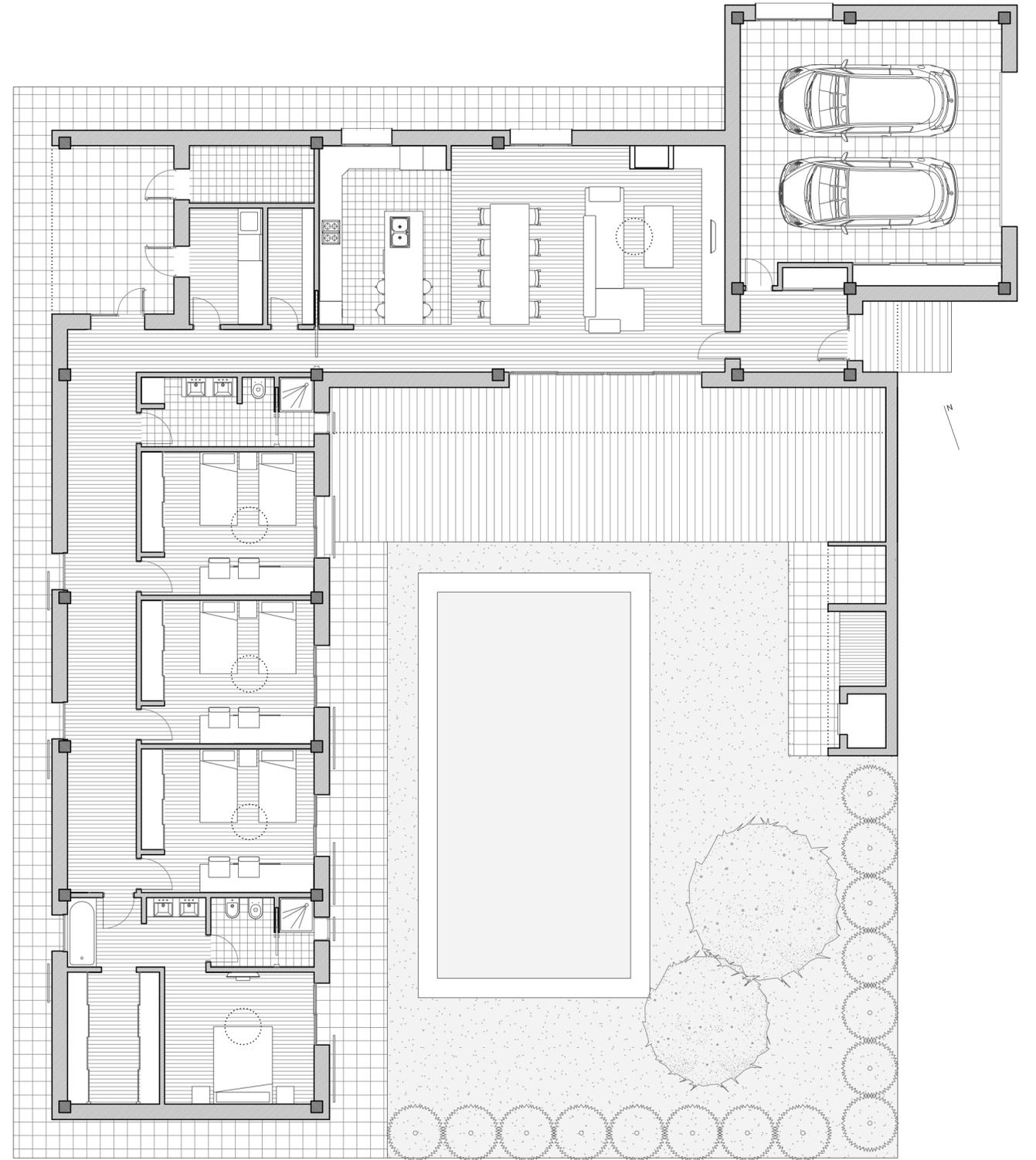
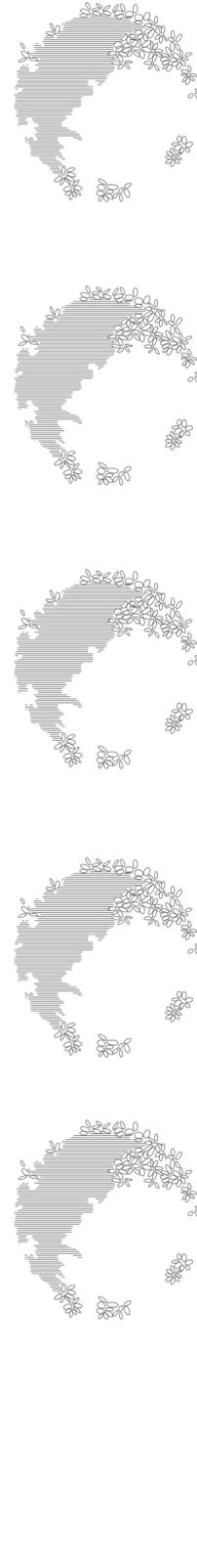
Situación. Escala 1:2000



Emplazamiento. Escala 1:1000



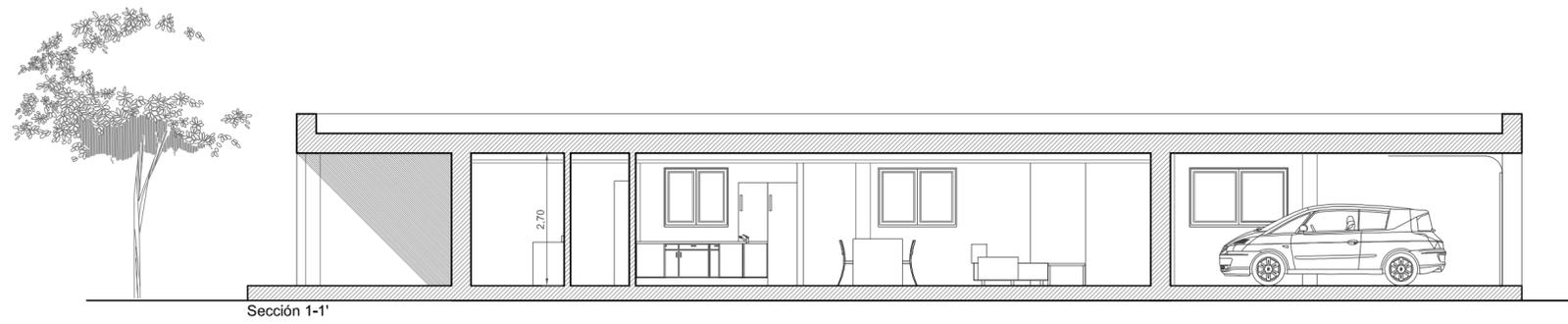
Emplazamiento. Escala 1:250



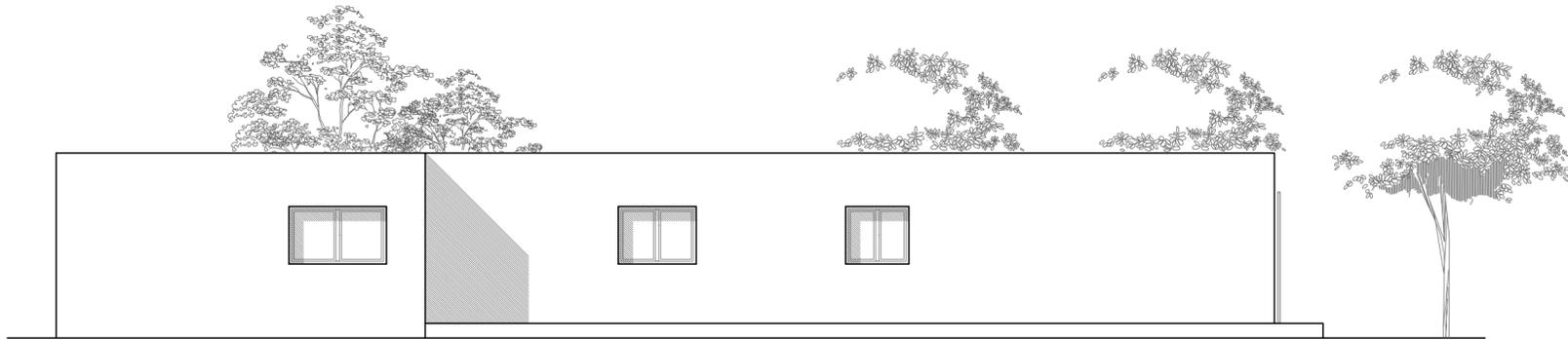
Planta baja. Escala 1:100



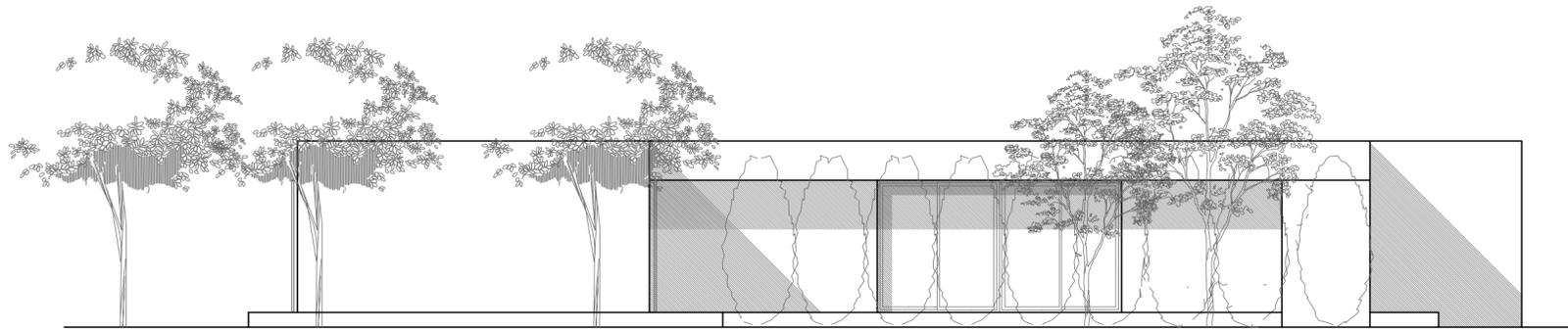
TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
SITUACIÓN	Yecla (Murcia)	ESCALA	Indicada
PLANO	04. Caso final. Situación, emplazamiento y mobiliario		



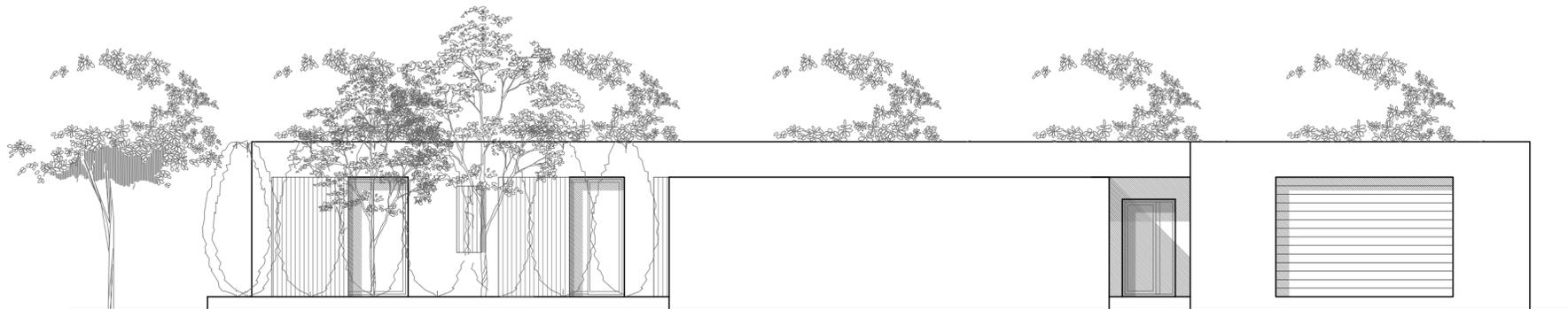
Sección 1-1'



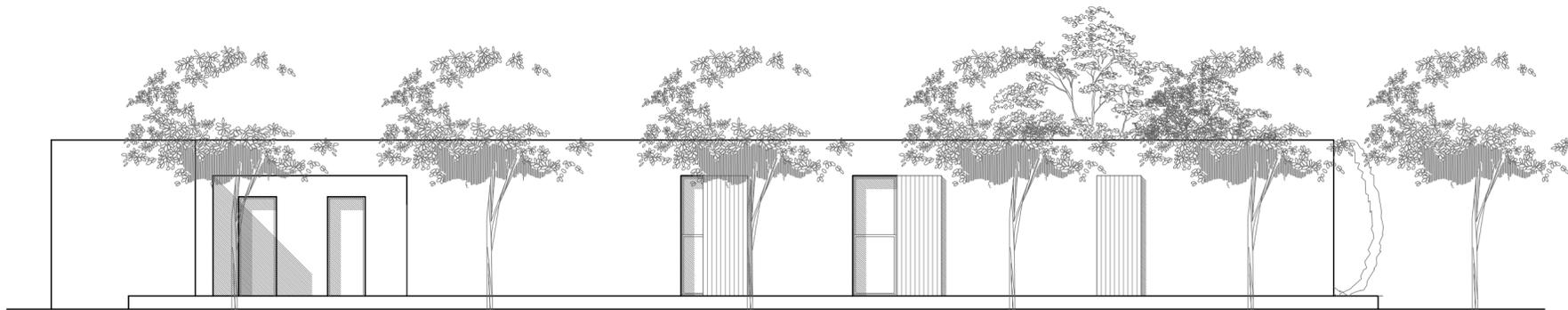
Alzado norte



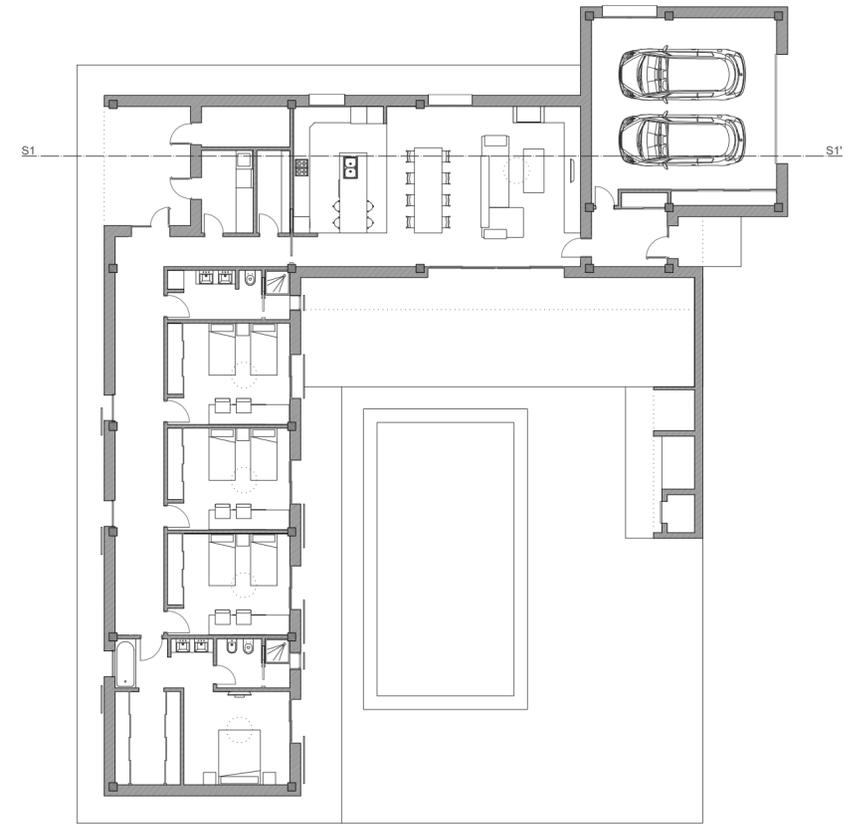
Alzado sur



Alzado este

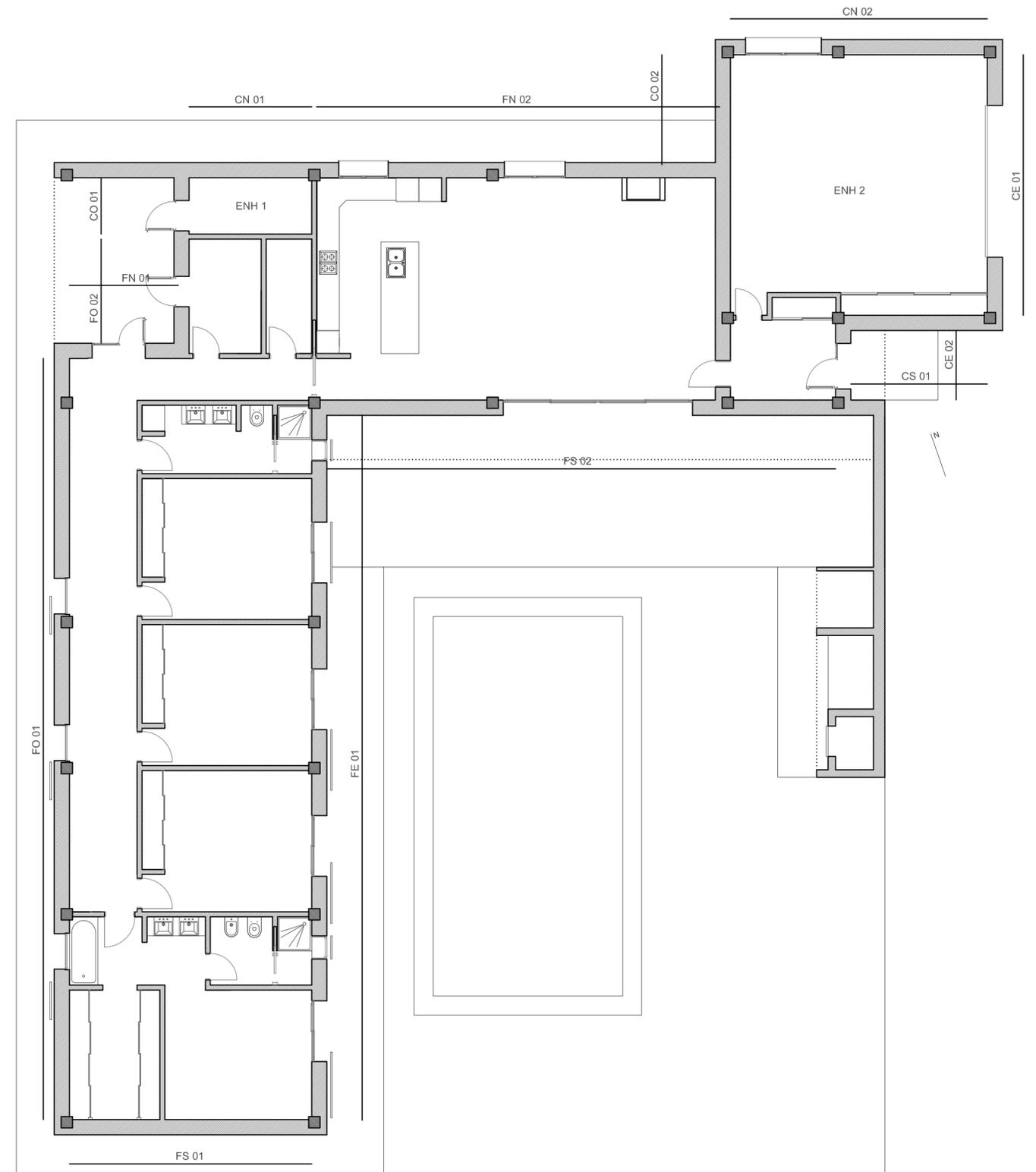
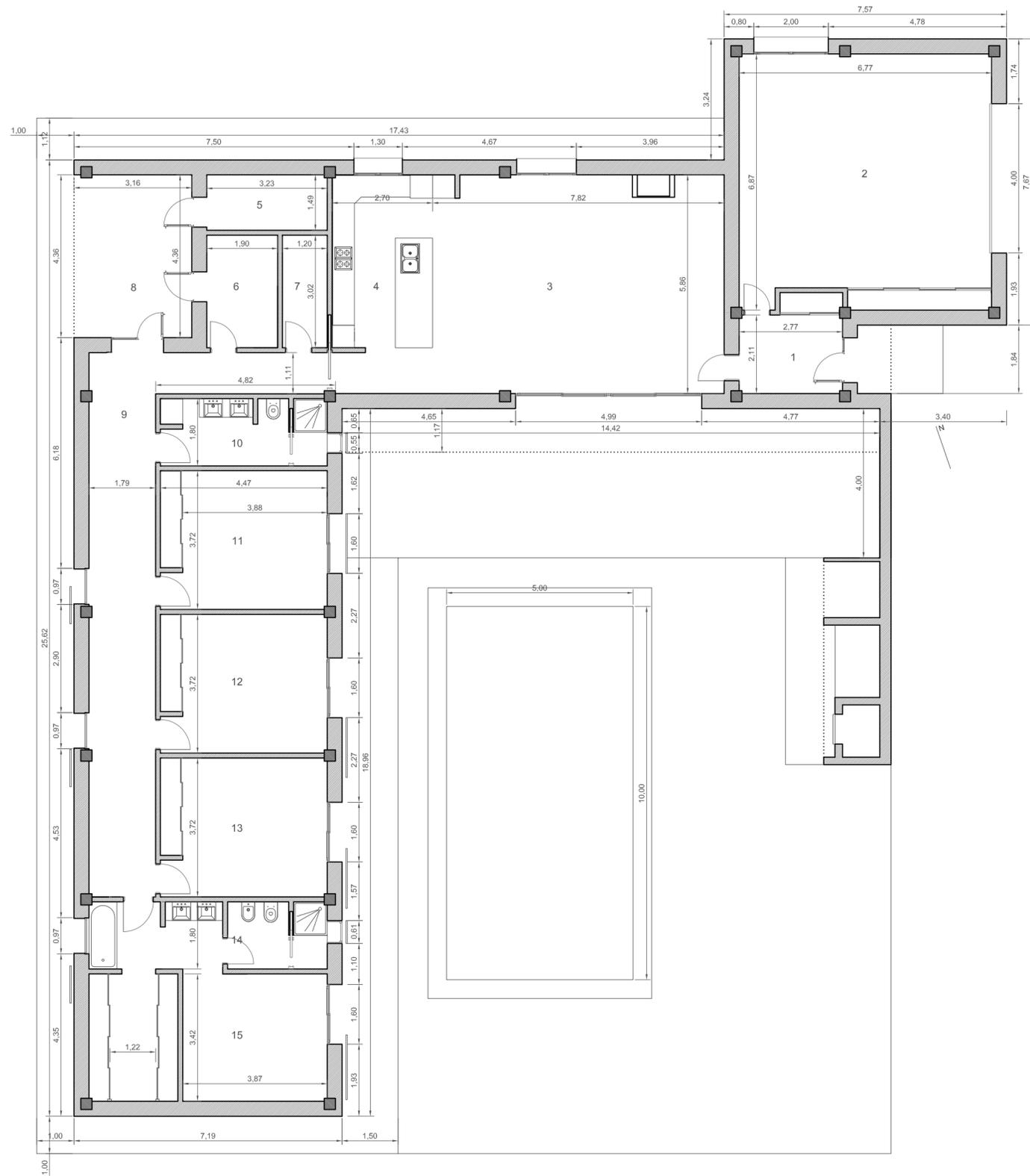


Alzado oeste



Trabajo Final de Máster. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia

TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
PLAN0	05. Caso final. Alzados	SITUACIÓN	Yecla (Murcia)
		ESCALA	1:100



CUADRO DE SUPERFICIES (m ²)					
Parcela	10663	Césped	129,20	6. Lavadero	5,70
SUPERFICIES CONSTRUIDAS		Piscina	66,00	7. Despensa	3,60
Vivienda	252,80	Barbacoa	9,95	8. Patio	6,95
Garaje	58,05	TOTAL	346,75	9. Distribuidor	30,95
TOTAL	310,85	SUPERFICIES ÚTILES		10. Aseo 1	8,50
SUP. ESPACIOS EXTERIORES		1. Acceso	5,80	11. Dormitorio 1	16,60
Zona pavimentada	141,60	2. Garaje	45,90	12. Dormitorio 2	16,60
		3. Salón-comedor	40,85	13. Dormitorio 3	16,60
		4. Cocina	19,95	14. Aseo 2	11,10
		5. Sala de instalaciones	5,75	15. Dormitorio 4	21,25
				TOTAL	256,10

 Trabajo Final de Máster. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia			
TÍTULO	Medidas correctoras de eficiencia energética en edificación. Análisis del caso de una vivienda unifamiliar aislada en clima templado		
TITULACIÓN	Máster en edificación. Especialidad tecnología	FECHA	Julio-2015
AUTOR	David Ortega Esquembre	TUTOR	Ignacio Guillén Guillamón
		SITUACIÓN	Yecla (Murcia)
PLANO	06. Caso final. Cotas, superficies y notación de fachadas	ESCALA	1:100

ANEXO II: RESUMEN DE CASOS EVALUADOS

CASO 01	Estado inicial
CASO 02: SUPERFICIE DE HUECOS DE FACHADA	
Caso 02A	Reducción 1 FN 01
Caso 02B	Reducción 1 FN 02
Caso 02C	Reducción 2 FN 02
Caso 02D	Reducción 3 FN 02
Caso 02E	Reducción 1 FS 01
Caso 02F	Reducción 2 FS 01
Caso 02G	Reducción 1 FS 02
Caso 02H	Reducción 2 FS 02
Caso 02I	Reducción 3 FS 02
Caso 02J	Reducción 1 FE 01
Caso 02K	Reducción 2 FE 01
Caso 02L	Reducción 3 FE 01
Caso 02M	Reducción 1 FE 02
Caso 02N	Reducción 1 FO 01
Caso 02O	Reducción 2 FO 01
Caso 02P	Reducción 3 FO 01
Caso 02Q	Superficie óptima de huecos
CASO 03: COMPOSICION DE FACHADA DE EH	
Caso 03A	Incremento 1 aislamiento en cámara
Caso 03B	Incremento 2 aislamiento en cámara
Caso 03C	Incremento 3 aislamiento en cámara
Caso 03D	Incremento 4 aislamiento en cámara
Caso 03E	Aislamiento exterior
Caso 03F	Incremento 1 aislamiento exterior
Caso 03G	Incremento 2 aislamiento exterior
Caso 03H	Aislamiento interior y exterior
Caso 03I	Aisl. interior e inc. 1 aisl. exterior
Caso 03J	Aisl. interior e inc. 2 aisl. exterior
CASO 04: ELEMENTOS DE PROTECCION SOLAR	
Caso 04A	Lamas verticales FE 01
Caso 04B	Lamas horizontales FE 01
Caso 04C	Lamas verticales FO 01
Caso 04D	Lamas horizontales FO 01
Caso 04E	Voladizo 1 FS 02
Caso 04F	Voladizo 2 FS 02
Caso 04G	Voladizo 3 FS 02
Caso 04H	Voladizo 4 FS 02
Caso 04I	Vegetación FO 01
Caso 04J	Vegetación FS 01
Caso 04K	Protecciones solares óptimas
CASO 05: COMPOSICION DE CUBIERTAS	
Caso 05A	Incremento 1 aislamiento
Caso 05B	Incremento 2 aislamiento
Caso 05C	Incremento 3 aislamiento
Caso 05D	Incremento 4 aislamiento
CASO 06: COMPOSICIÓN DE SOLERA	
Caso 06A	Aislamiento perimetral
Caso 06B	Aislamiento continuo
Caso 06C	Incremento 1 aislamiento continuo
Caso 06D	Incremento 2 aislamiento continuo
Caso 06E	Incremento 3 aislamiento continuo
CASO 07: TRATAMIENTO DE P. TÉRMICOS	
Caso 07A	Pilares con fachada
Caso 07B	Fachada con solera
Caso 07C	Fachada con cubierta
Caso 07D	Voladizo. Tratamiento 1
Caso 07E	Voladizo. Tratamiento 2
Caso 07F	Voladizo. Tratamiento 3
Caso 07G	Voladizo. Tratamiento 4
Caso 07H	Voladizo. Tratamiento 5
Caso 07I	Voladizo. Tratamiento 6
Caso 07J	Contorno de huecos
Caso 07K	Tratamiento óptimo de p. térmicos
CASO 08: CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS	
Caso 08A	Mejora 1 en vidrios
Caso 08B	Mejora 2 en vidrios
Caso 08C	Mejora 3 en vidrios
Caso 08D	Mejora 4 en vidrios
Caso 08E	Mejora 1 en marcos
Caso 08F	Mejora 2 en marcos
Caso 08G	Mejora 3 en marcos
Caso 08H	Características óptimas de los huecos
CASO 09: INSTALACION DE DOBLES VENTANAS	
Caso 09A	Dobles ventanas en FN 01 y 02
Caso 09B	Dobles ventanas en FS 01 y 02
Caso 09C	Dobles ventanas en FE 01 y 02
Caso 09D	Dobles ventanas en FO 01 y 02
Caso 09E	Combinación óptima
CASO 10: ENVOLVENTE DE LOS ENH	
Caso 10A	Aislamiento en cerramiento
Caso 10B	Incremento 1 aisl. en cerramiento
Caso 10C	Incremento 2 aisl. en cerramiento
Caso 10D	Aislamiento en partición
Caso 10E	Incremento 1 aislamiento en partición
Caso 10F	Incremento 2 aislamiento en partición
Caso 10G	Envolvente óptima de los ENH
CASO 11: COMBINACION OPTIMA	
Caso 02Q	Superficie óptima de huecos
Caso 03I	Aisl. interior e inc. 1 aisl. exterior
Caso 04K	Protecciones solares óptimas
Caso 05C	Incremento 3 aislamiento
Caso 06D	Incremento 2 aislamiento continuo
Caso 07K	Tratamiento óptimo de p. térmicos
Caso 08H	Características óptimasde los huecos
Caso 10G	Envolvente óptima de los ENH

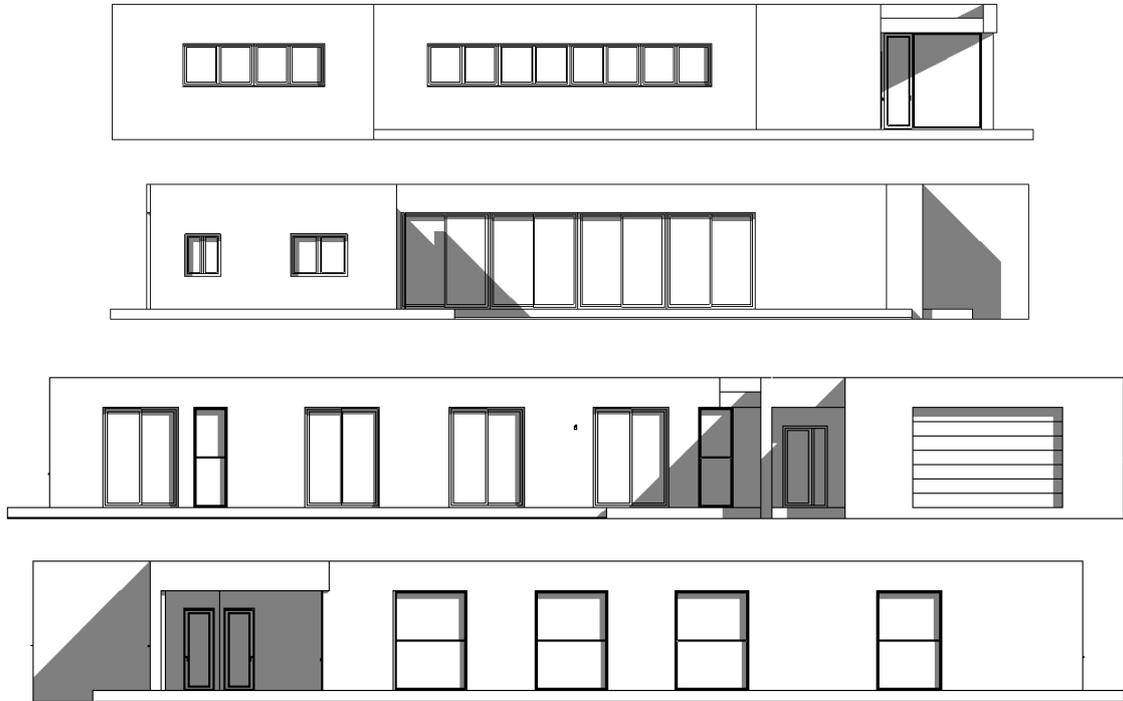
ANEXO III: RESUMEN DE LOS VALORES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

	Calificación global	Demanda calefacción	Demanda refrigerac	Red. Dem cale %	Red. dem. refri %
CASO 01	62,3-E	112,75	33,5		
HU L-C		112,3	29,44		
CASO 02: SUPERFICIE DE HUECOS DE FACHADA					
Caso 02A	62,1-E	112,10	33,60	0,58	-0,30
Caso 02B	61,7-E	111,40	33,40	1,20	0,30
Caso 02C	61,3-E	110,40	33,20	2,08	0,90
Caso 02D	62,1-E	124,20	21,50	-10,16	35,82
Caso 02E	62,2-E	113,20	33,00	-0,40	1,49
Caso 02F	62,2-E	113,80	32,10	-0,93	4,18
Caso 02G	62,6-E	117,80	29,20	-4,48	12,84
Caso 02H	63,0-E	124,70	23,40	-10,60	30,15
Caso 02I	63,1-E	126,20	22,10	-11,93	34,03
Caso 02J	61,7-E	114,50	30,20	-1,55	9,85
Caso 02K	60,6-E	115,50	26,40	-2,44	21,19
Caso 02L	60,1-E	115,90	24,60	-2,79	26,57
Caso 02M	62,0-E	112,90	32,70	-0,13	2,39
Caso 02N	61,0-E	112,70	30,10	0,04	10,15
Caso 02O	60,3-E	112,60	28,30	0,13	15,52
Caso 02P	59,1-E	111,70	26,10	0,93	22,09
Caso 02Q	60,5-E	118,8	22,7	-5,37	32,24
HU L-C		102,17	17,36	9,02	41,03
CASO 03: COMPOSICIÓN DE FACHADA DE EH					
Caso 03A	60,9-E	108,70	34,00	3,59	-1,49
Caso 03B	60,5-E	107,60	34,10	4,57	-1,79
Caso 03C	60,3-E	106,90	34,10	5,19	-1,79
Caso 03D	60,2-E	106,50	34,20	5,54	-2,09
Caso 03E	57,3-E	101,60	31,60	9,89	5,67
Caso 03F	56,9-E	100,60	31,60	10,78	5,67
Caso 03G	56,6-E	99,90	31,60	11,40	5,67
Caso 03H	56,7-E	100,10	31,50	11,22	5,97
Caso 03I	56,6-E	99,90	31,50	11,40	5,97
Caso 03I	56,5-E	99,60	31,50	11,66	5,97
HU L-C		95,93	30,75	14,58	-4,45
CASO 04: ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR					
Caso 04A	59,8-E	112,75	27,10	0,00	19,10
Caso 04B	59,4-E	112,75	25,90	0,00	22,69
Caso 04C	60,3-E	112,75	28,30	0,00	15,52
Caso 04D	60,0-E	112,75	27,40	0,00	18,21
Caso 04E	62,3-E	112,70	33,40	0,04	0,30
Caso 04F	61,2-E	114,90	28,50	-1,91	14,93
Caso 04G	62,2-E	112,75	27,30	0,00	18,51
Caso 04H	62,2-E	112,75	27,30	0,00	18,51
Caso 04I	53-E/63,5	112,75	31,60	0,00	5,67
Caso 04J	53-E/62,9	112,75	33,40	0,00	0,30
Caso 04K	57,9-E/61	118,90	15,80	-5,45	52,84
HU L-C		125,48	21,78	-11,74	26,02
CASO 05: COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS					
Caso 05A	60,2-E	106,80	34,00	5,28	-1,49
Caso 05B	59,4-E	104,50	34,10	7,32	-1,79
Caso 05C	58,9-E	103,20	34,20	8,47	-2,09
Caso 05D	58,6-E	102,50	34,30	9,09	-2,39
HU L-C		100,08	28,53	10,88	3,09
CASO 06: COMPOSICIÓN DE SOLERA					
Caso 06A	58,7-E	103,30	33,50	8,38	0,00
Caso 06B	57,3-E	99,70	33,50	11,57	0,00
Caso 06C	56,7-E	98,10	33,50	12,99	0,00
Caso 06D	56,4-E	97,30	33,50	13,70	0,00
Caso 06E	56,4-E	97,30	33,50	13,70	0,00
HU L-C		112,15	31,05	0,13	-5,47
CASO 07: TRATAMIENTO DE P. TÉRMICOS					
Caso 07A	59,5-E	107,20	31,80	4,92	5,07
Caso 07B	59,2-E	106,60	31,60	5,45	5,67
Caso 07C	61,1-E	110,60	32,70	1,91	2,39
Caso 07D	62,4-E	113,00	33,60	-0,22	-0,30
Caso 07E	62,0-E	112,30	33,30	0,40	0,60
Caso 07F	62,3-E	112,70	33,50	0,04	0,00
Caso 07G	62,2-E	112,60	33,50	0,13	0,00
Caso 07H	62,0-E	112,20	33,30	0,49	0,60
Caso 07I	62,0-E	112,20	33,30	0,49	0,60
Caso 07J	60,5-E	109,30	32,30	3,06	3,58
Caso 07K	52,8-E	93,10	28,40	17,43	15,22
HU L-C		82,59	27,11	26,46	7,91
CASO 08: CARACTERÍSTICAS DE LOS HUECOS					
Caso 08A	59,6-E	103,40	35,90	8,29	-7,16
Caso 08B	57,9-E	97,50	37,40	13,53	-11,64
Caso 08C	56,4-E	91,60	39,30	18,76	-17,31
Caso 08D	56,7-E	94,60	37,10	16,10	-10,75
Caso 08E	61,0-E	109,80	33,10	2,62	1,19
Caso 08F	60,8-E	109,40	33,10	2,97	1,19
Caso 08G	60,6-E	108,90	33,00	3,41	1,49
Caso 08H	55,2-E	90,80	37,00	19,47	-10,45
HU L-C		83,20	32,10	25,91	-9,04
CASO 09: INSTALACIÓN DE DOBLES VENTANAS					
Caso 09A	61,4-E	109,70	33,80	2,71	-0,90
Caso 09B	61,1-E	110,80	32,30	1,73	3,58
Caso 09C	60,7-E	109,30	32,70	3,06	2,39
Caso 09D	60,7-E	109,20	32,80	3,15	2,09
Caso 09E	56,8-E	100,90	30,90	10,51	7,76
HU L-C		90,63	31,01	19,30	-5,33
CASO 10: ENVOLVENTE DE LOS ENH					
Caso 10A	56,7-E	98,20	33,50	12,90	0,00
Caso 10B	56,7-E	98,20	33,50	12,90	0,00
Caso 10C	56,7-E	98,20	33,50	12,90	0,00
Caso 10D	55,5-E	95,10	33,50	15,65	0,00
Caso 10E	55,2-E	94,30	33,50	16,36	0,00
Caso 10F	55,1-E	93,90	33,50	16,72	0,00
Caso 10G	55,1-E	93,90	33,50	16,72	0,00
HU L-C		102,56	29,10	8,67	1,15
CASO 11: COMBINACIÓN ÓPTIMA					
18,9-C/19,6-C		20,70	12,00	81,64	64,18
HU L-C		21,16	13,98	81,16	52,51

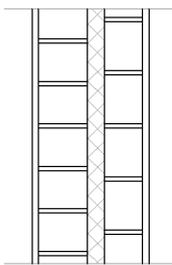
ANEXO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

CASO 01

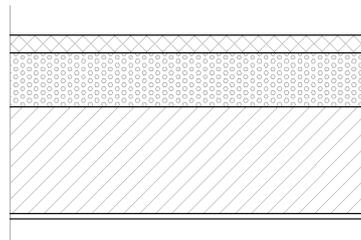
HUECOS



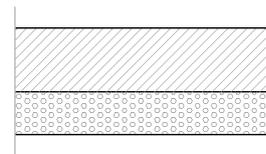
FACHADA



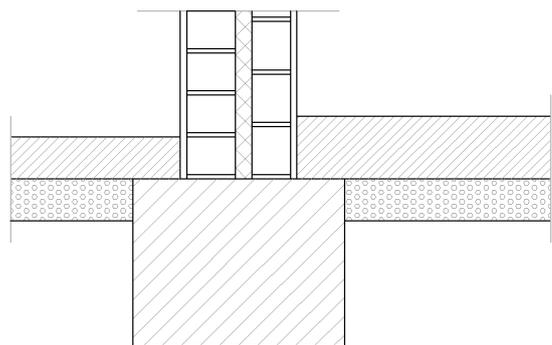
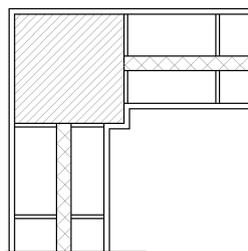
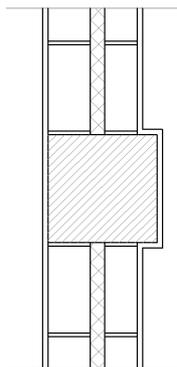
CUBIERTA



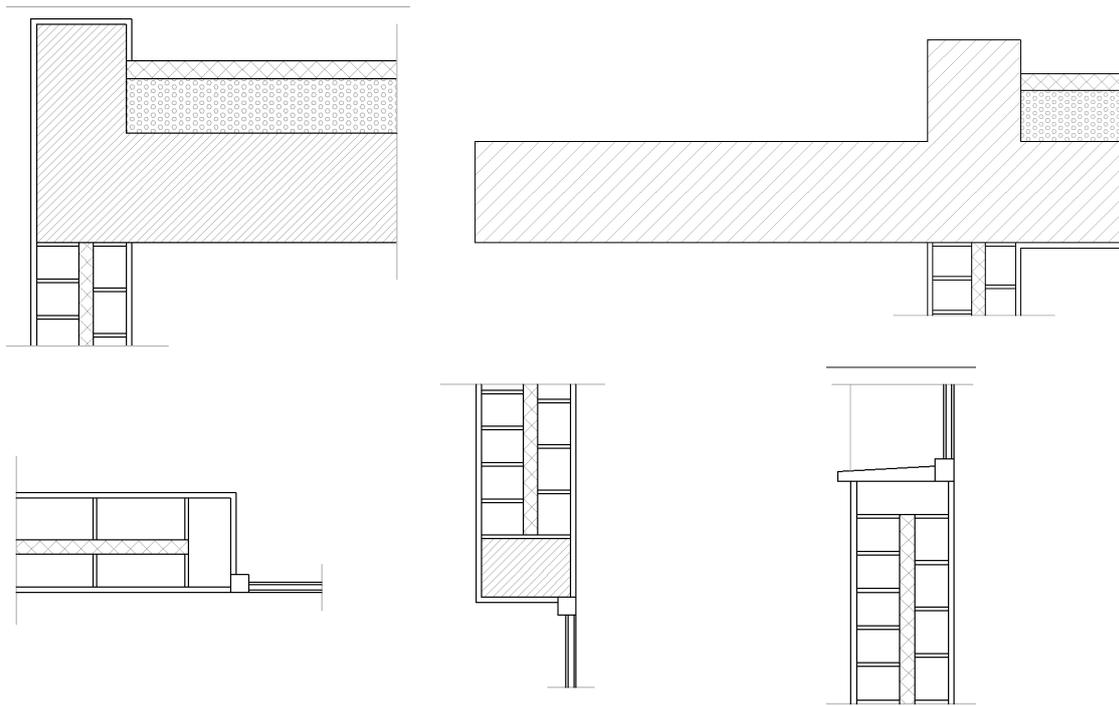
SOLERA



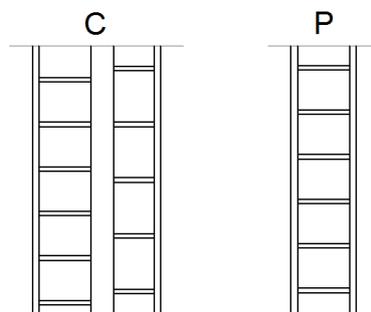
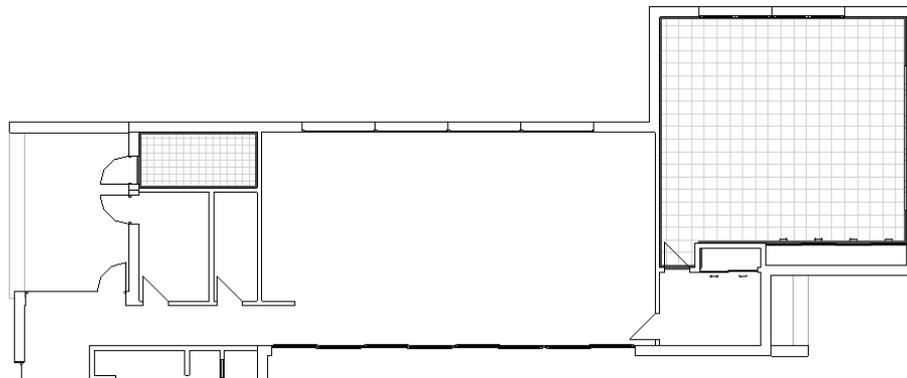
PUENTES TÉRMICOS



MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

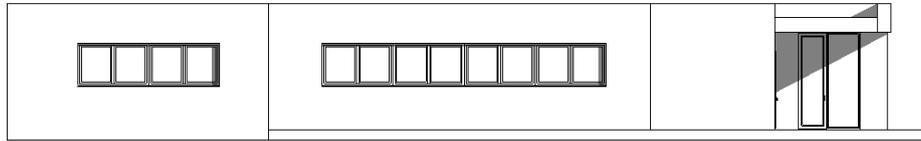


ENH

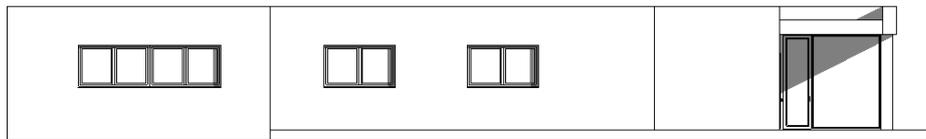


CASO 02. VARIACIÓN DE LOS HUECOS DE FACHADA

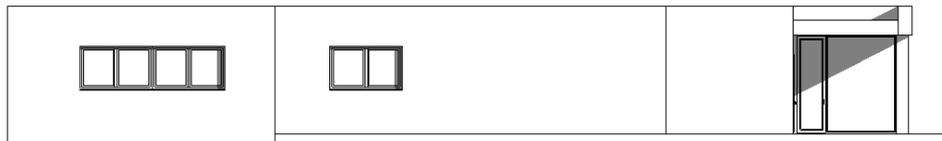
CASO 02A. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA NORTE 01



CASO 02B. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA NORTE 02



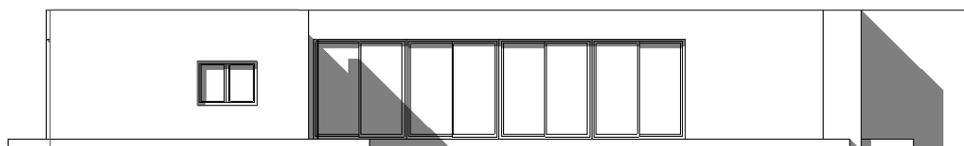
CASO 02C. REDUCCIÓN 2 EN LA FACHADA NORTE 02



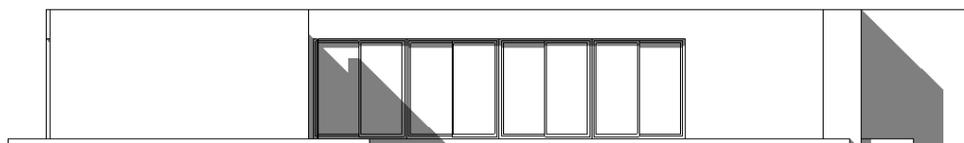
CASO 02D. REDUCCIÓN 3 EN LA FACHADA NORTE 02



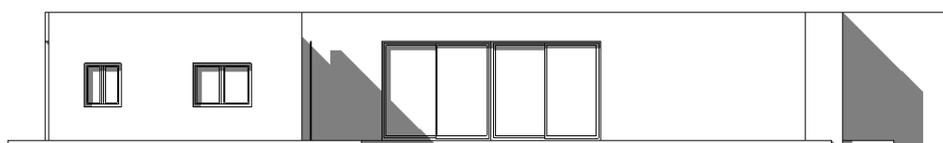
CASO 02E. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA SUR 01



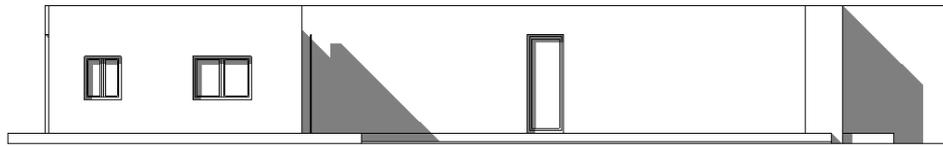
CASO 02F. REDUCCIÓN 2 EN LA FACHADA SUR 01



CASO 02G. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA SUR 02



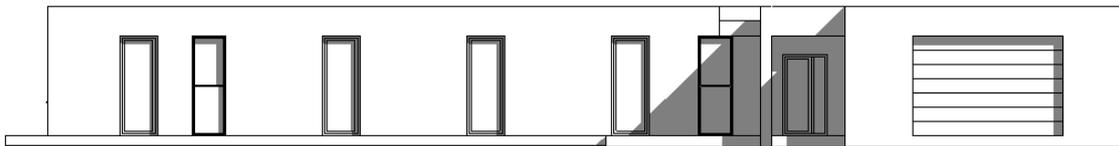
CASO 02H. REDUCCIÓN 2 EN LA FACHADA SUR 02



CASO 02I. REDUCCIÓN 3 EN LA FACHADA SUR 02



CASO 02J. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA ESTE 01



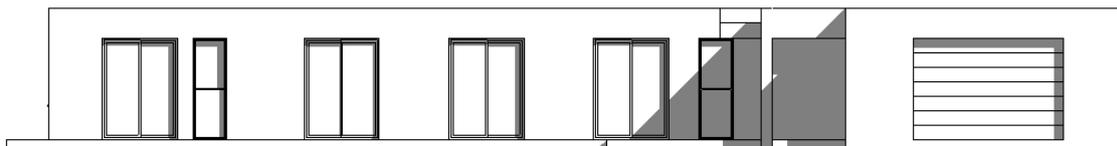
CASO 02K. REDUCCIÓN 2 EN LA FACHADA ESTE 01



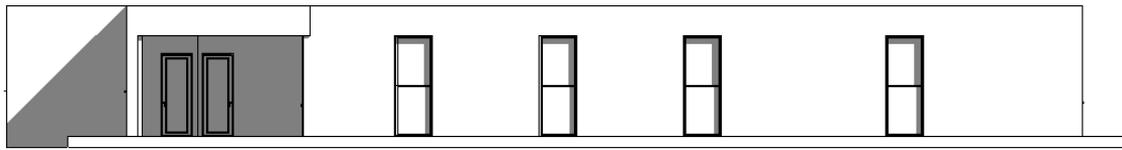
CASO 02L. REDUCCIÓN 3 EN LA FACHADA ESTE 01



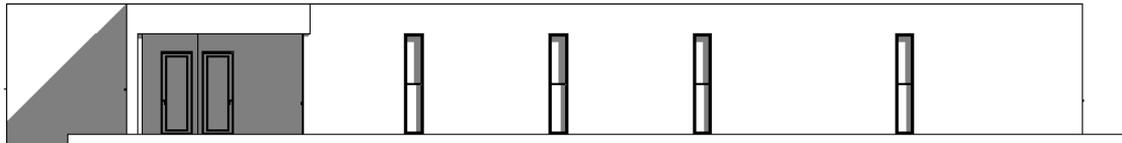
CASO 02M. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA ESTE 02



CASO 02N. REDUCCIÓN 1 EN LA FACHADA OESTE 01



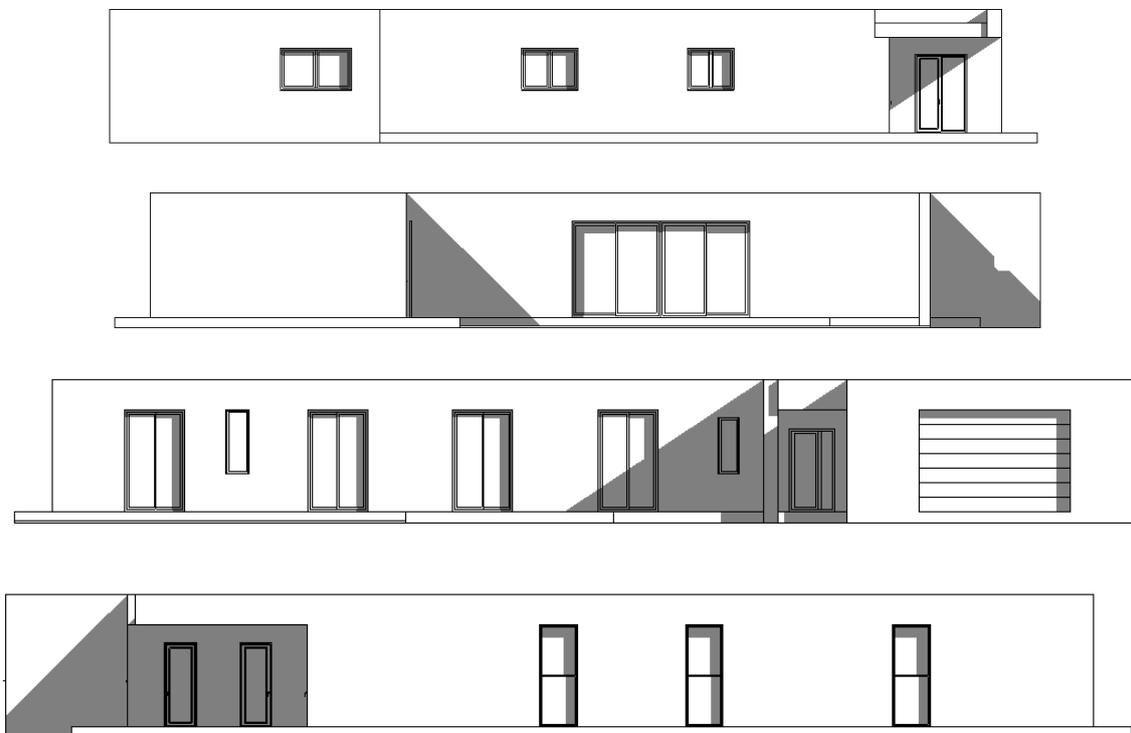
CASO 02O. REDUCCIÓN 2 EN LA FACHADA OESTE 01



CASO 02P. REDUCCIÓN 3 EN LA FACHADA OESTE 01

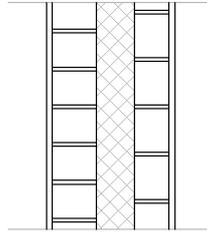


CASO 02Q. SELECCIÓN ÓPTIMA DE HUECOS

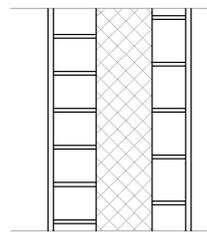


CASO 03. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE FACHADA DE LOS ESPACIOS HABITABLES

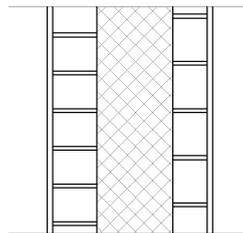
CASO 03A. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CÁMARA DE AIRE



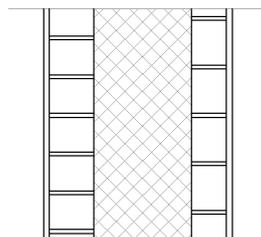
CASO 03B. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CÁMARA DE AIRE



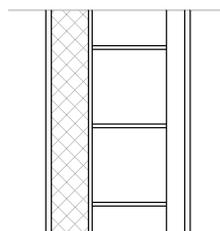
CASO 03C. INCREMENTO 3 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CÁMARA DE AIRE



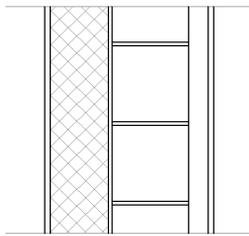
CASO 03D. INCREMENTO 4 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CÁMARA DE AIRE



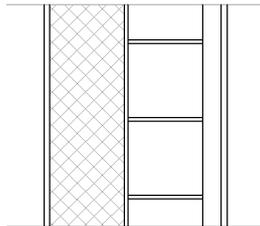
CASO 03E. INCORPORACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR



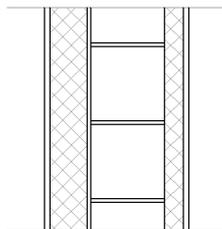
CASO 03F. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR



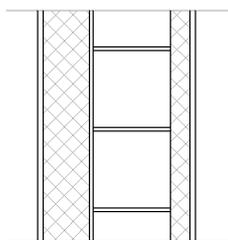
CASO 03G. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR



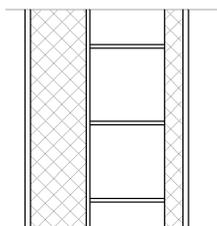
CASO 03H. INCORPORACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CASO 03I. INCORPORACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL TRASDOSADO INTERIOR E INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

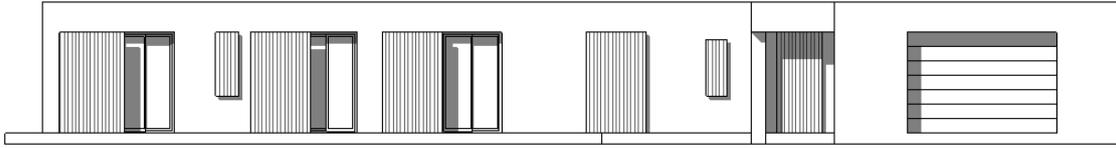


CASO 03J. INCORPORACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL TRASDOSADO INTERIOR E INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR



CASO 04. INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE SOMBRA EN FACHADAS Y HUECOS

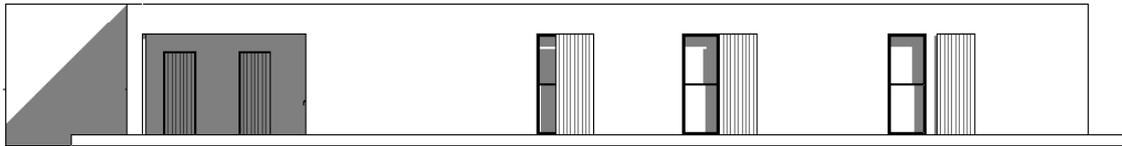
CASO 04A. INCORPORACIÓN DE LAMAS VERTICALES EN LOS HUECOS DE LAS FACHADAS E01 Y E02



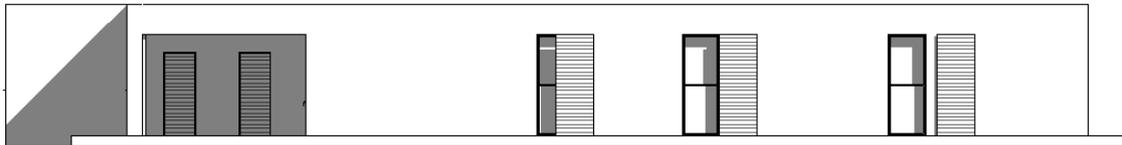
CASO 04B. INCORPORACIÓN DE LAMAS HORIZONTALES EN LOS HUECOS DE LAS FACHADAS E01 Y E02



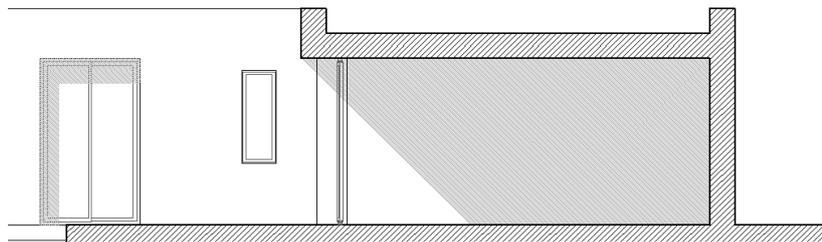
CASO 04C. INCORPORACIÓN DE LAMAS VERTICALES EN LOS HUECOS DE LAS FACHADAS O01 Y O02



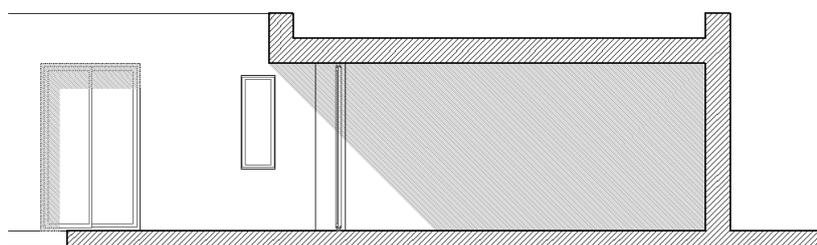
CASO 04D. INCORPORACIÓN DE LAMAS HORIZONTALES EN LOS HUECOS DE LAS FACHADAS O01 Y O02



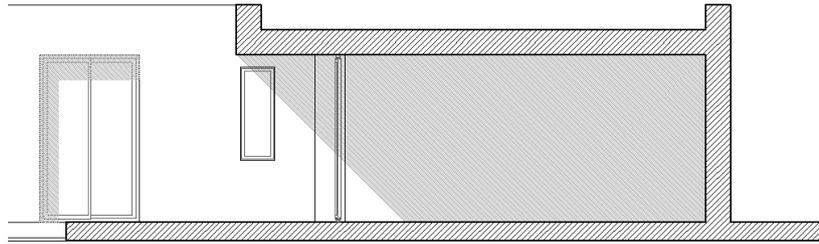
CASO 04E. INCORPORACIÓN DE VOLADIZO EN LAS FACHADAS S01 Y S02



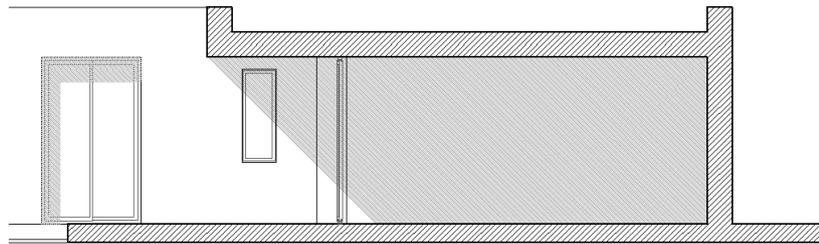
CASO 04F. INCREMENTO 1 DE LA LONGITUD DEL VOLADIZO DE LAS FACHADAS S01 Y S02



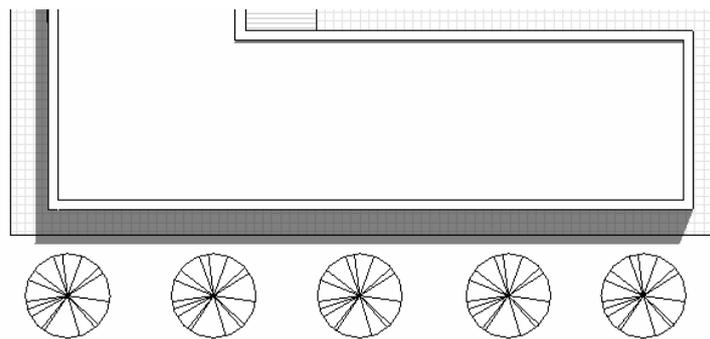
CASO 04G. INCREMENTO 2 DE LA LONGITUD DEL VOLADIZO DE LAS FACHADAS S01 Y S02



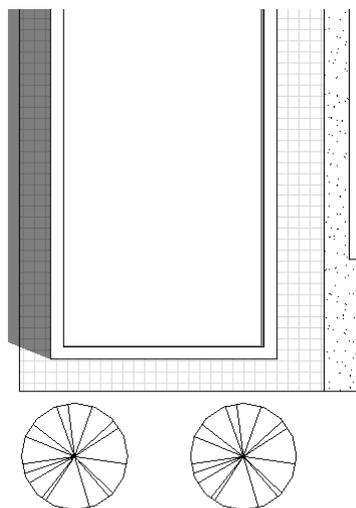
CASO 04H. INCREMENTO 3 DE LA LONGITUD DEL VOLADIZO DE LAS FACHADAS S01 Y S02



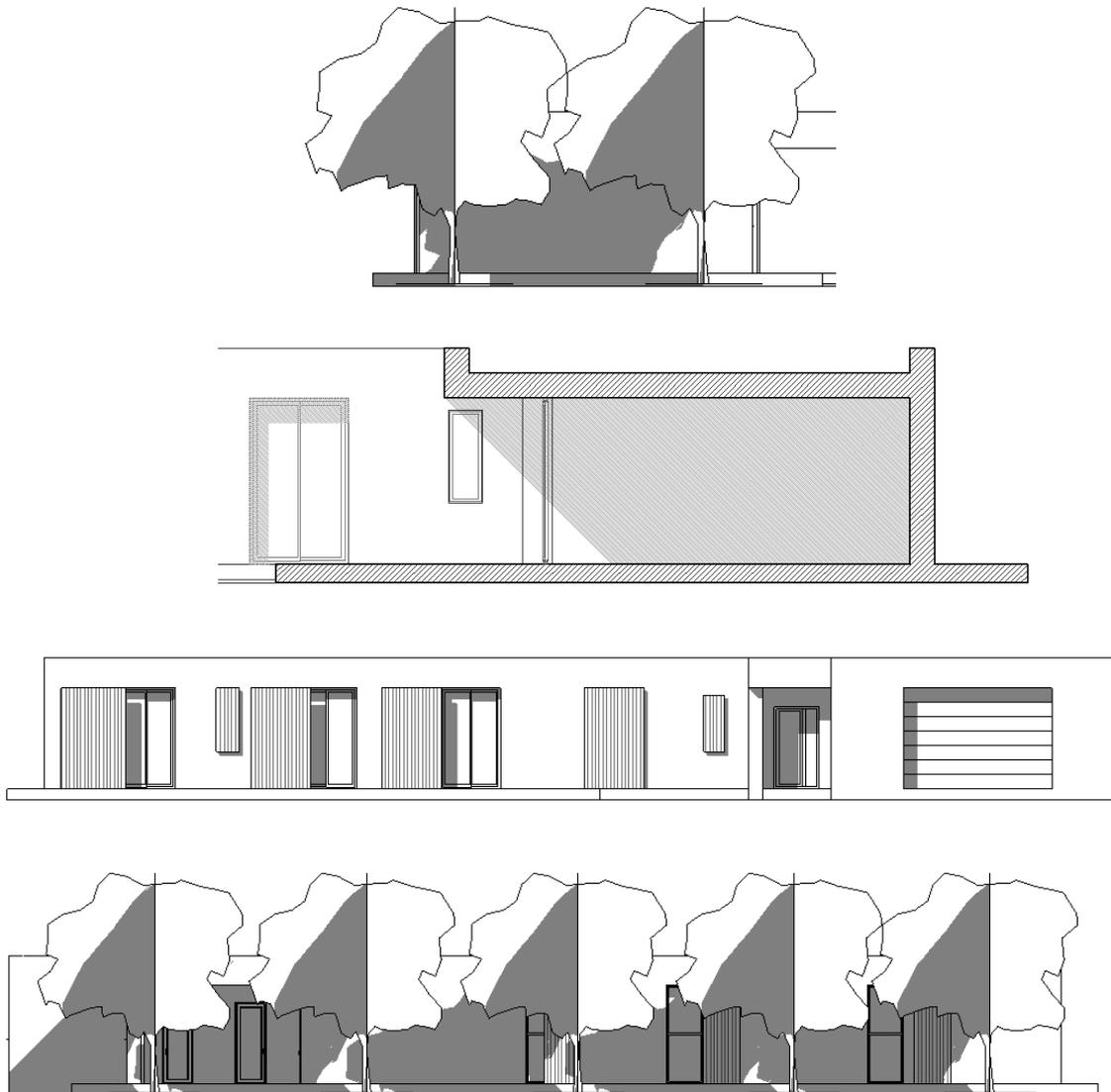
CASO 04I. COLOCACIÓN DE ÁRBOLES EN LAS FACHADAS O01 Y O02



CASO 04J. COLOCACIÓN DE ÁRBOLES EN LA FACHADA S01

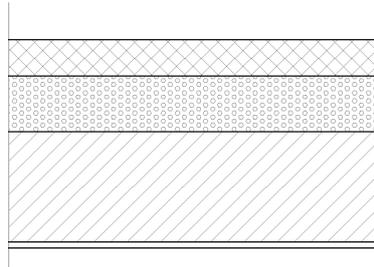


CASO 04K. SELECCIÓN ÓPTIMA DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR

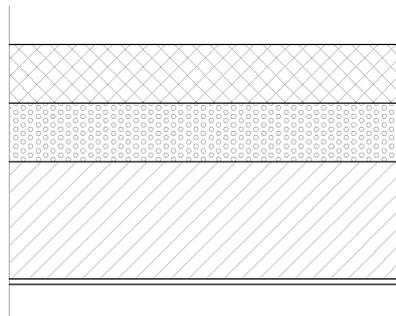


CASO 05. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE CUBIERTAS

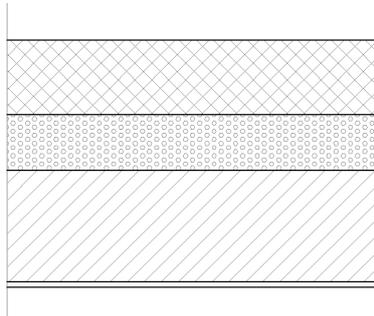
CASO 05A. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CUBIERTA



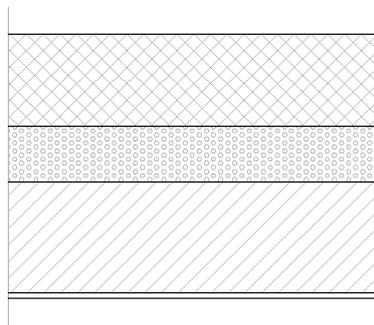
CASO 05B. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CUBIERTA



CASO 05C. INCREMENTO 3 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CUBIERTA

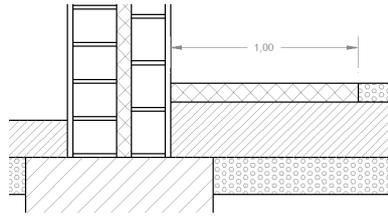


CASO 05D. INCREMENTO 4 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO EN CUBIERTA

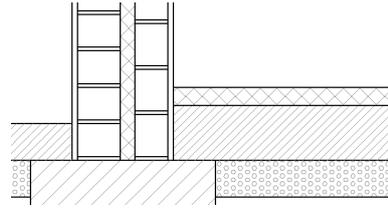


CASO 06. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA SOLERA

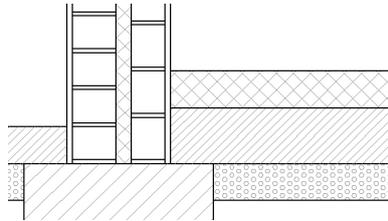
CASO 06A. SOLERA CON AISLAMIENTO TÉRMICO PERIMETRAL



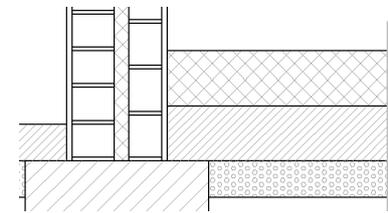
CASO 06B. SOLERA CON AISLAMIENTO TÉRMICO CONTINUO



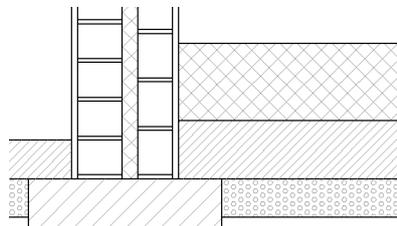
CASO 06C. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO CONTINUO EN SOLERA



CASO 06D. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO CONTINUO EN SOLERA

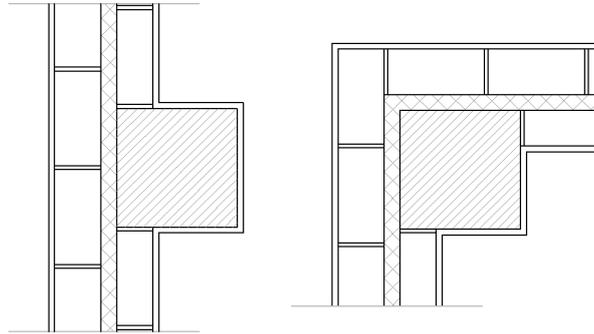


CASO 06E. INCREMENTO 3 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO CONTINUO EN SOLERA

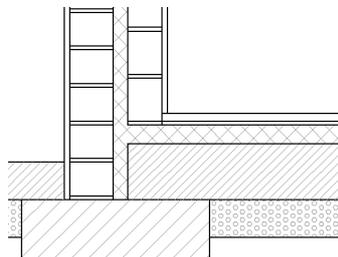


CASO 07. TRATAMIENTO DE LOS PUENTES TÉRMICOS

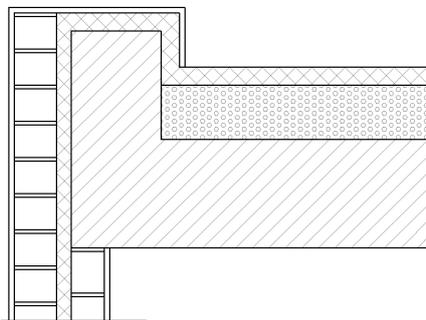
CASO 07A. ELIMINACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN PILARES INTEGRADOS EN FACHADA



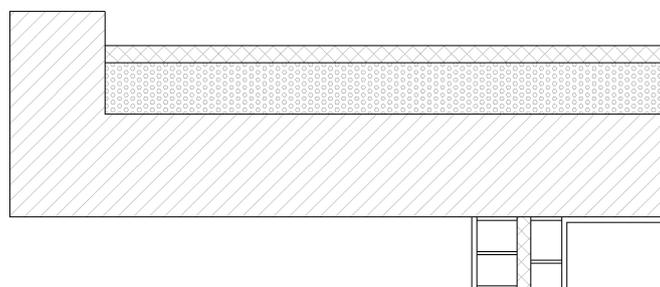
CASO 07B. ELIMINACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON LA SOLERA



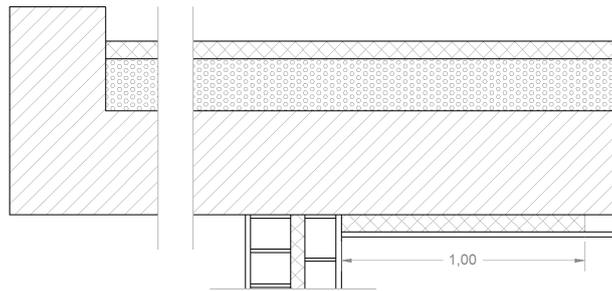
CASO 07C. ELIMINACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON LA CUBIERTA



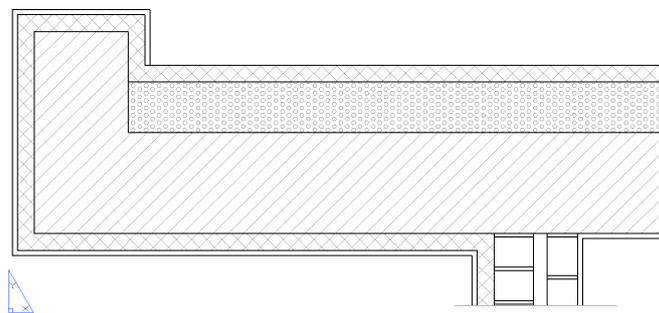
CASO 07D. SOLUCIÓN 1 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO



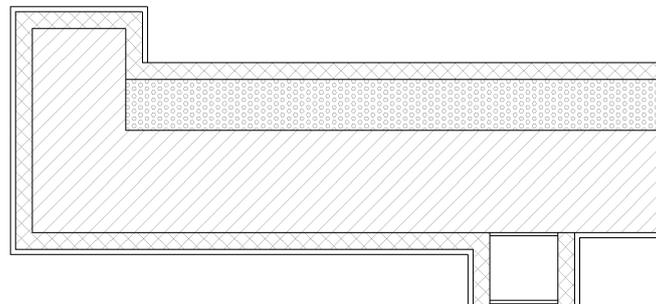
CASO 07E. SOLUCIÓN 2 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO



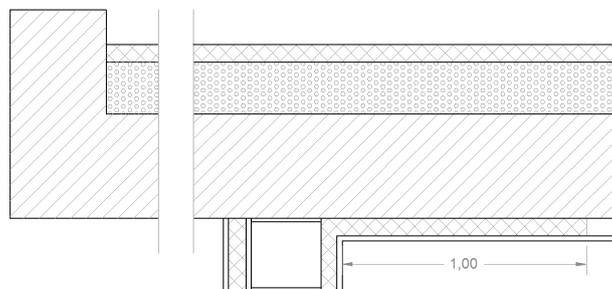
CASO 07F. SOLUCIÓN 3 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO



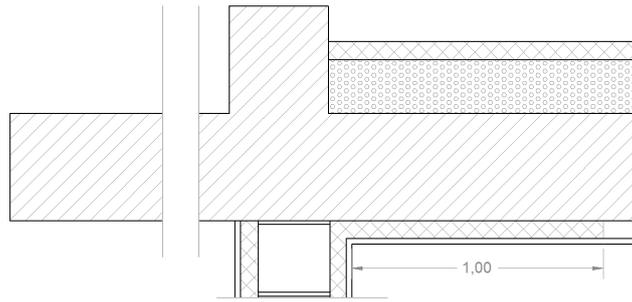
CASO 07G. SOLUCIÓN 4 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO



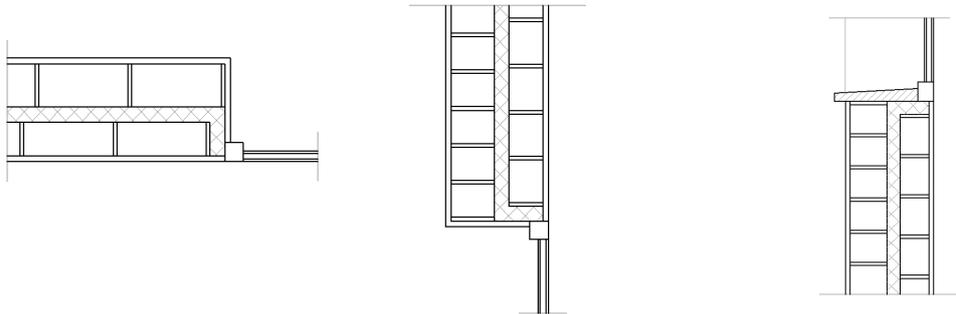
CASO 07H. SOLUCIÓN 5 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO



CASO 07I. SOLUCIÓN 6 DEL PUENTE TÉRMICO EN EL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

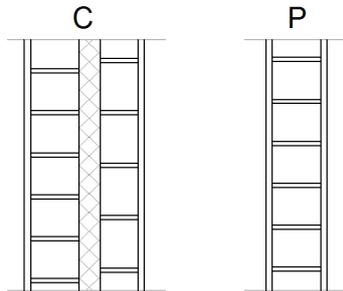


CASO 07J. ELIMINACIÓN DE LOS PUENTES TÉRMICOS EN LOS CONTORNOS DE HUECOS

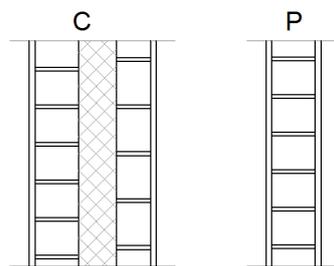


CASO 10. MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES

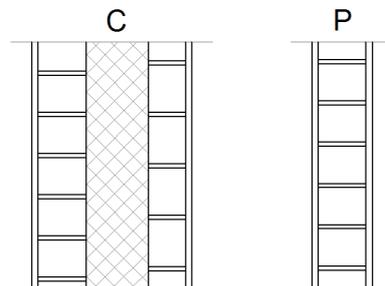
CASO 10A. INCORPORACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL CERRAMIENTO



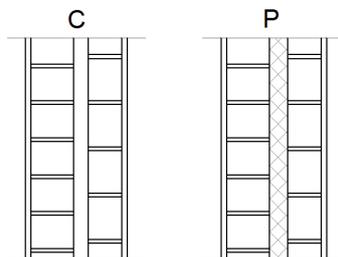
CASO 10B. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL CERRAMIENTO



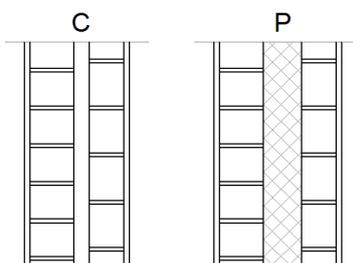
CASO 10C. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL CERRAMIENTO



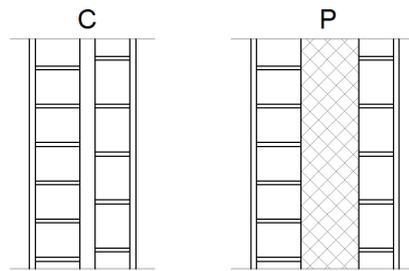
CASO 10D. INCORPORACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA PARTICIÓN



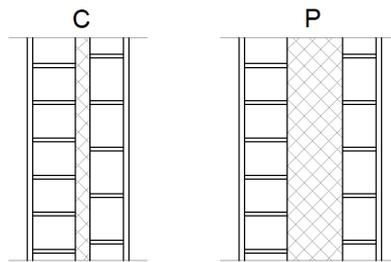
CASO 10E. INCREMENTO 1 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA PARTICIÓN



CASO 10F. INCREMENTO 2 DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA PARTICIÓN

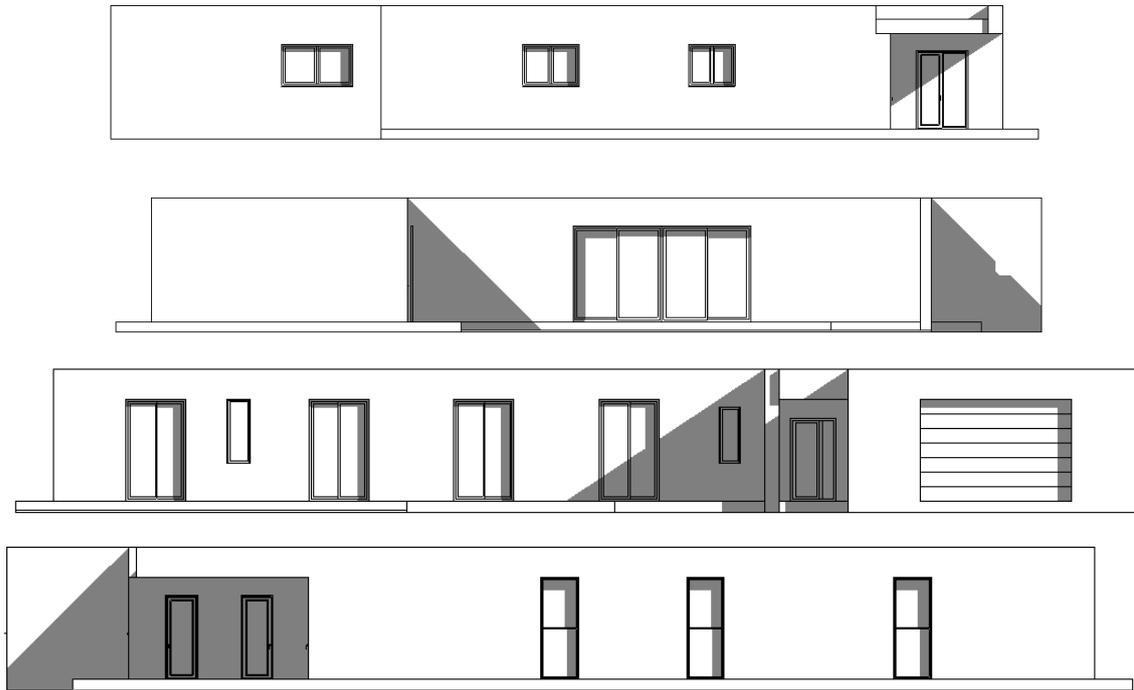


CASO 10G. COMPOSICIÓN ÓPTIMA DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LOS ESPACIOS NO HABITABLES

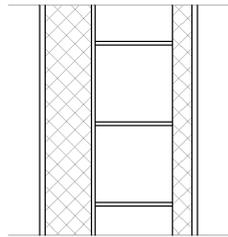


CASO 11. COMBINACIÓN ÓPTIMA DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

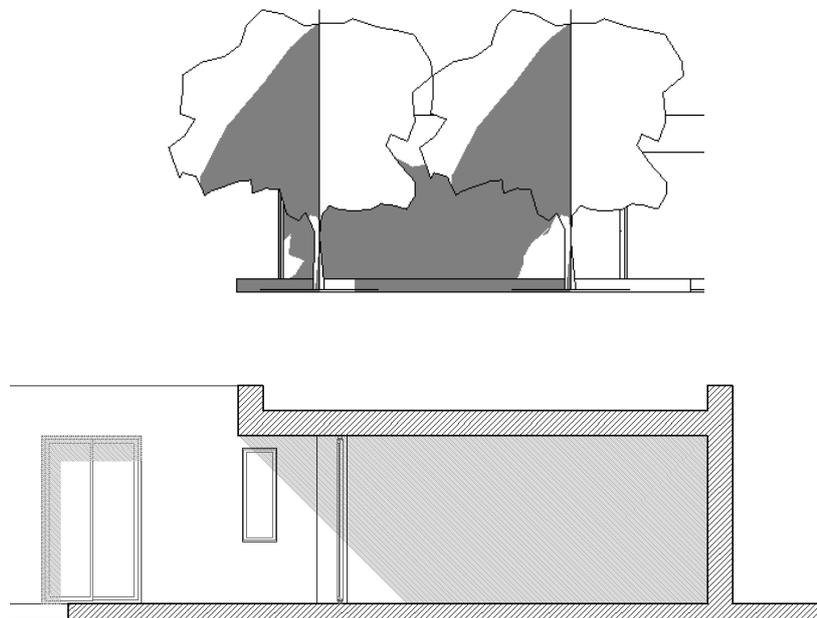
HUECOS



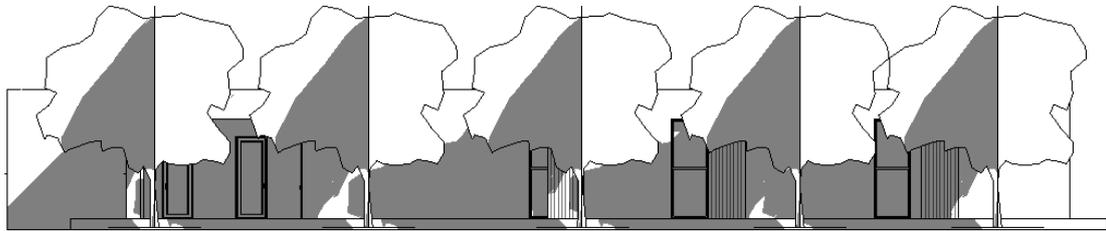
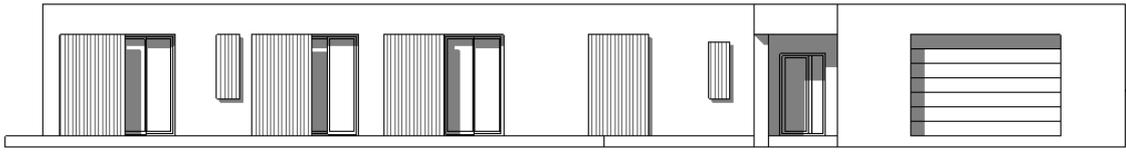
FACHADAS



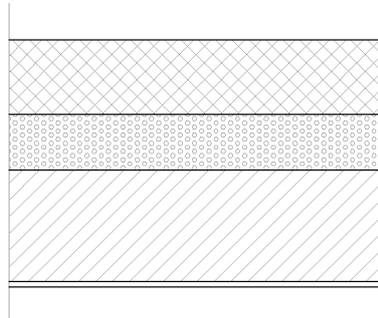
PROTECCIONES SOLARES



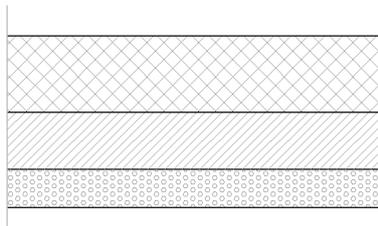
MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO



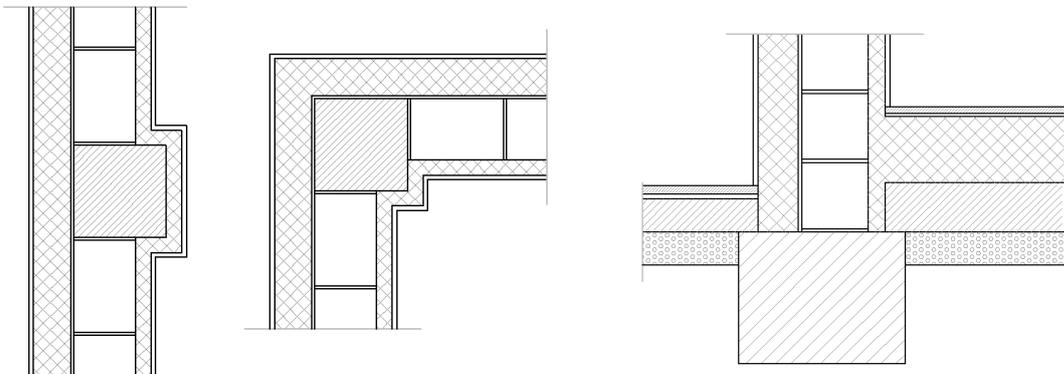
CUBIERTA



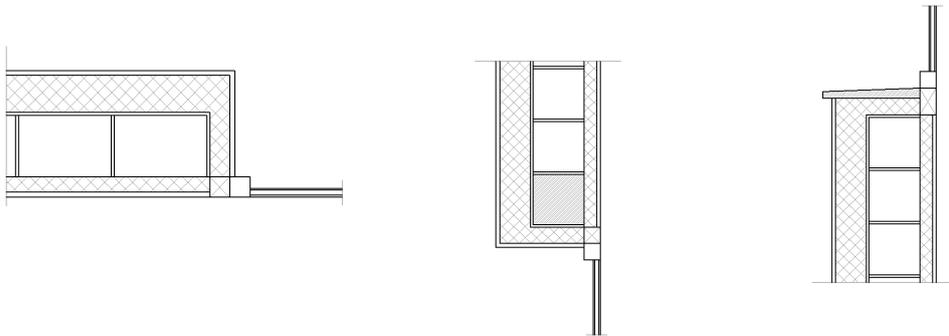
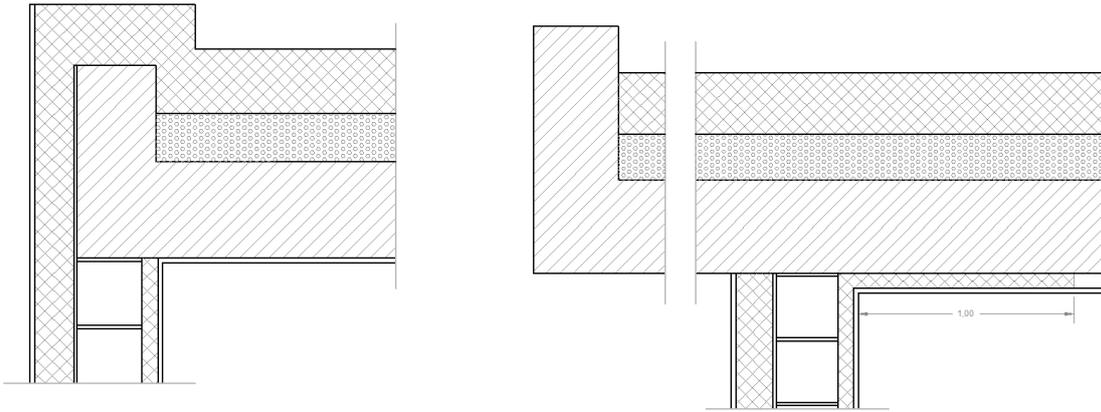
SOLERA



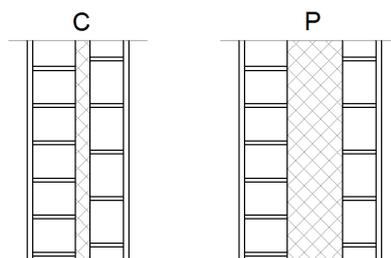
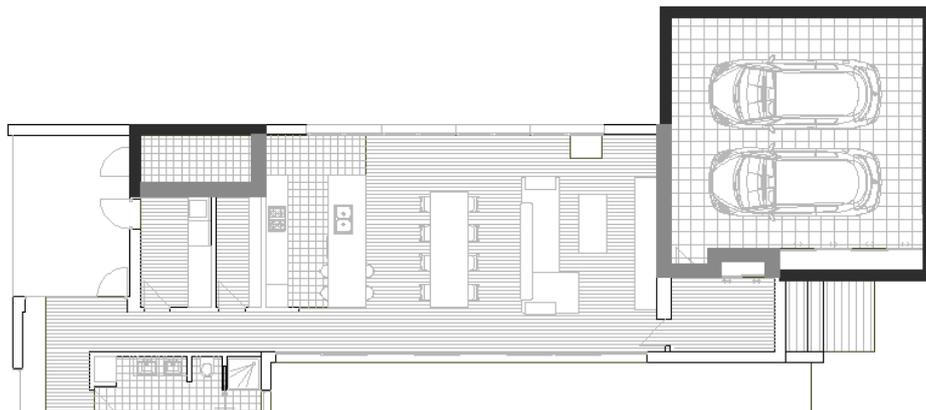
PUENTES TÉRMICOS



MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

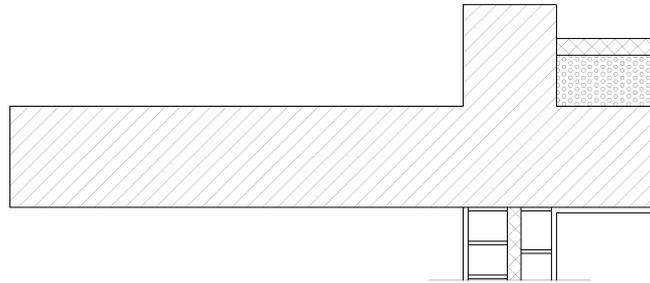


ESPACIOS NO HABITABLES

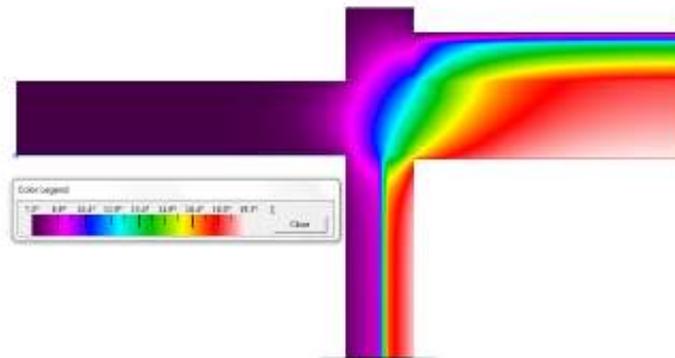


ANEXO V: CARACTERIZACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO DEL VOLADIZO (CASO 07)

El diseño inicial del voladizo, denominado Solución 00 del puente térmico en el encuentro de la fachada con el voladizo, es el siguiente:



Y, tras el cálculo con el software Therm (v7.2), se obtiene la siguiente imagen de infrarrojos.



La temperatura de la arista interior formada por el techo y la cara interior de la fachada es, en este Solución 00 del puente térmico en el encuentro de la fachada con el voladizo, de 16,3 °C. El resto de imágenes derivadas del cálculo con el citado software se aportan en el anexo correspondiente a la presente memoria.

Para la determinación de las condiciones interiores se sigue el procedimiento indicado en el apartado 2.2 *Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones*, del DA DB-HE / 2 *Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos*. Las condiciones exteriores son las extraídas de la *Guía técnica: condiciones climáticas exteriores de proyecto* elaborada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía). Los valores utilizados son los siguientes:

LOCALIZACIÓN	Yecla (Murcia)
ESTACIÓN	Cooperativa de frutas
INDICATIVO	7275B
MES	Enero
Tª INTERIOR (°C)	20
Tª EXTERIOR (°C)	7,4

Los valores de las resistencias térmicas superficiales interior y exterior (R_{si} y R_{se}) de los cerramientos en contacto con el aire exterior, en m^2K/W , se obtienen de la Tabla 1 del *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*:

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo) 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo) 	0,04	0,17

De los valores de la resistencia superficial interior y exterior se deducen los coeficientes de película (film coefficient), en W/m^2K , calculados como el valor inverso, según:

	R_{se} (m^2K/W)	R_{si} (m^2K/W)	Coef. de película exterior (W/m^2K)	Coef. de película interior (W/m^2K)
Flujo horizontal	0,04	0,13	25	7,69
Flujo vertical ascendente	0,04	0,10	25	10
Flujo vertical descendente	0,04	0,17	25	5,88

La transmitancia térmica lineal del puente térmico ψ (W/mK) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\psi = L2D - \sum U_i * L_i = U_t * L_t - U_x * L_x - U_y * L_y$$

Siendo:

- L2D: Transmisión térmica total en 2D (W/mK)
- U_t : Coeficiente de transmisión térmica (W/m^2K)
- L_t : Longitud total del puente térmico (m)
- U_x : Transmitancia térmica lineal del puente térmico en el eje x (W/m^2K)
- L_x : Longitud del elemento considerado en el eje x (m)
- U_y : Transmitancia térmica lineal del puente térmico en el eje y (W/m^2K)
- L_y : Longitud del elemento considerado en el eje y (m)

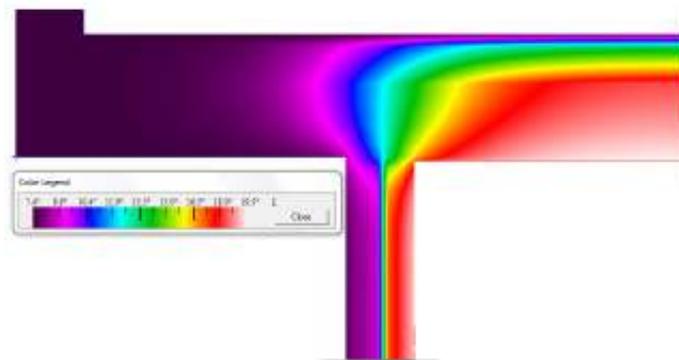
El cálculo de L2D, U_x , y U_y se hace mediante el software Therm (v7.2) con los valores de condiciones exteriores, interiores y coeficientes de película antes descritos, obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño voladizo	U_t (W/m^2K)	L_t (m)	L2D (W/mK)	U_x (W/m^2K)	L_x (m)	$U_x * L_x$ (W/mK)	U_y (W/m^2K)	L_y (m)	$U_y * L_y$ (W/mK)	ψ (W/mK)
00	0,83	1,91	1,59	0,41	1,10	0,45	0,58	0,81	0,47	0,66

Así, a partir del caso inicial 00, se procede a mejorar el diseño del voladizo con el objetivo de reducir el valor de ψ (transmitancia térmica lineal del puente térmico), obteniéndose las imágenes de infrarrojos que se muestran a continuación. El resto de imágenes generadas se muestran al final del anexo.

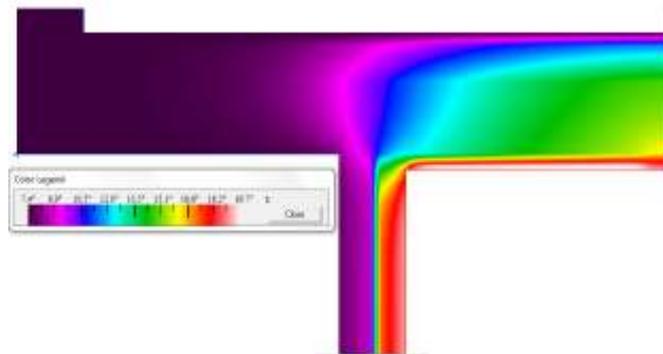
07D SOLUCIÓN 1 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 16,8 °C)



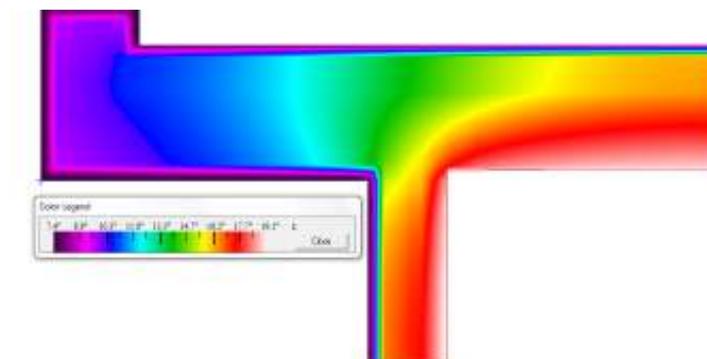
07E SOLUCIÓN 2 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 17,0 °C)



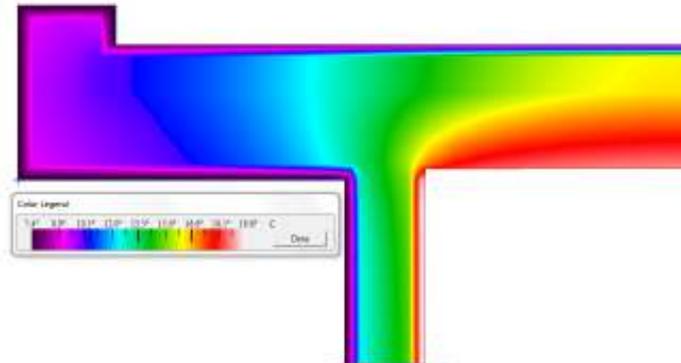
07F SOLUCIÓN 3 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 17,7 °C)



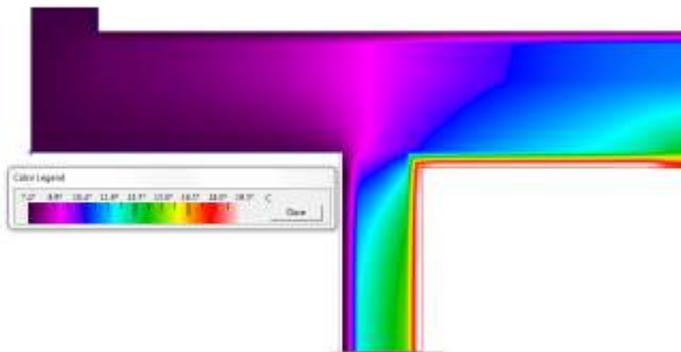
07G SOLUCIÓN 4 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 17,5 °C)



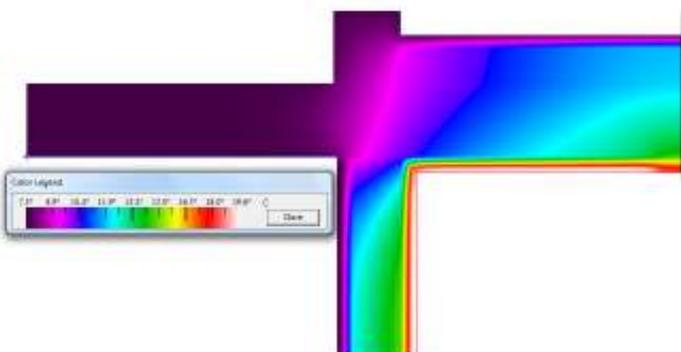
07H SOLUCIÓN 5 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 18,8 °C)



07I SOLUCIÓN 6 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

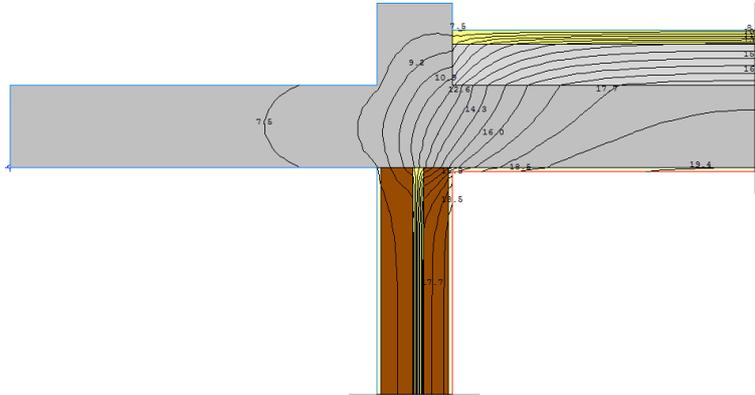
(TEMPERATURA ARISTA INTERIOR: 18,8 °C)



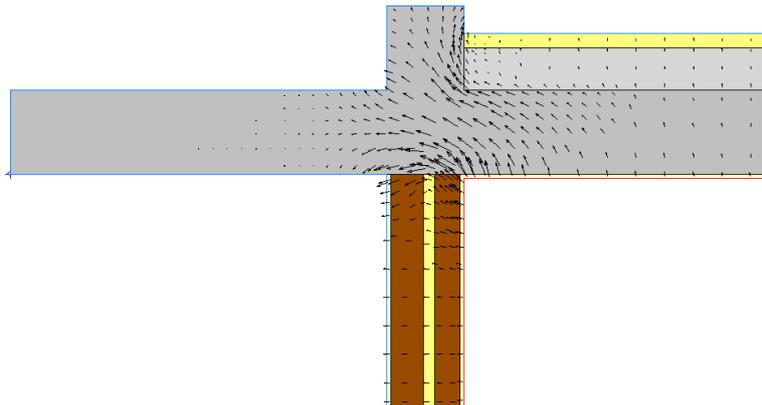
Se muestran a continuación las imágenes más relevantes generadas por el software THERM para cada uno de los tratamientos estudiados en el puente térmico situado en el encuentro de la Fachada Sur 02 con el voladizo de la cubierta.

SOLUCIÓN 00 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

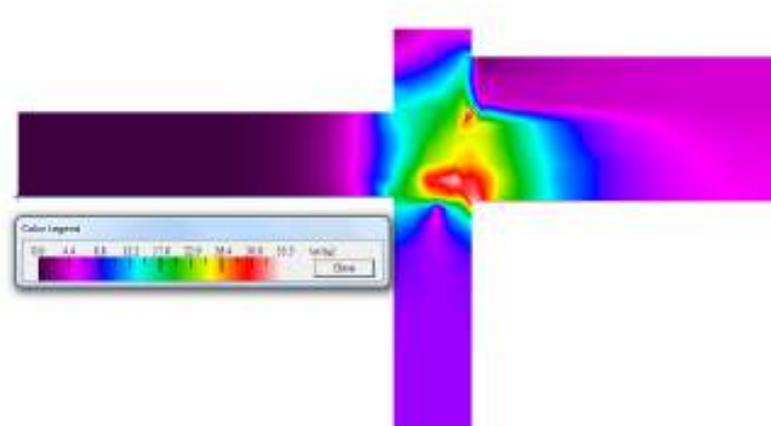
ISOTERMAS



VECTORES DE FLUJO

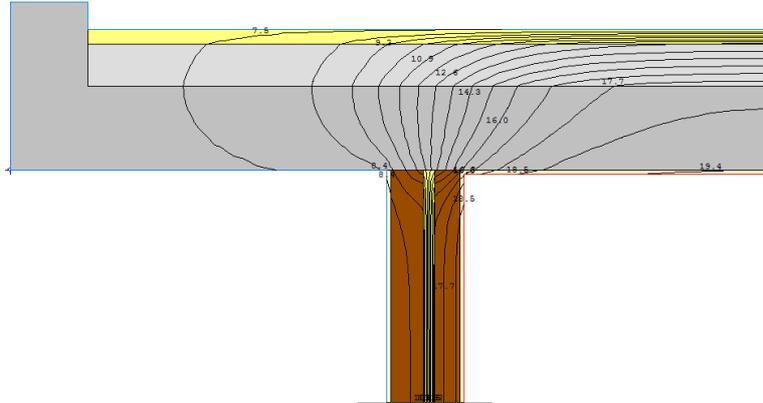


VALOR DEL FLUJO

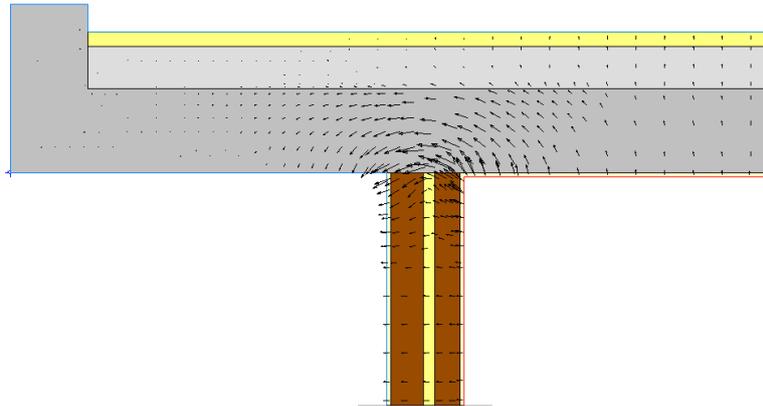


07D SOLUCIÓN 1 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

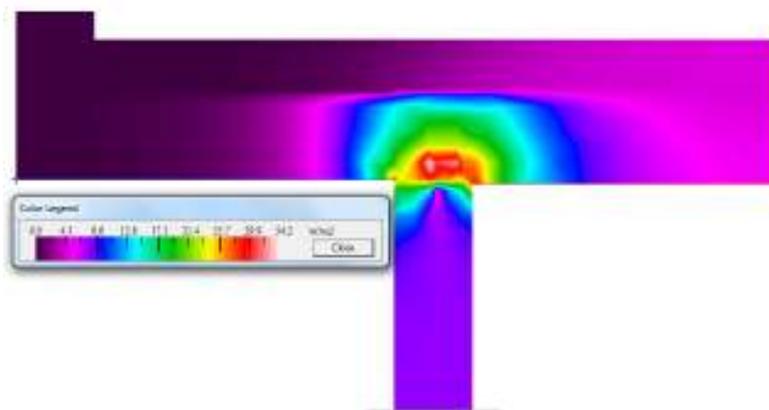
ISOTERMAS



VECTORES DE FLUJO

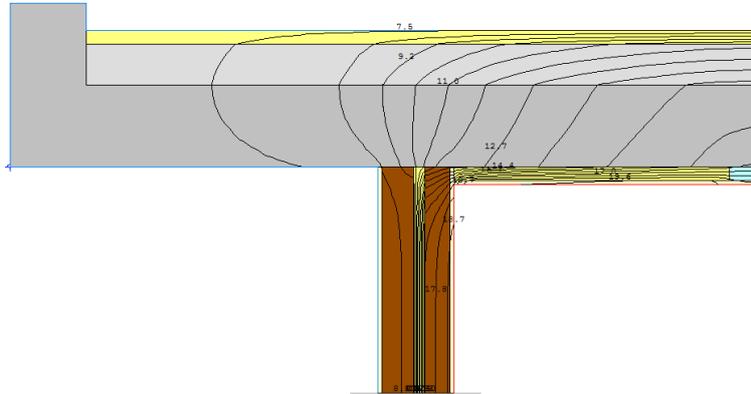


VALOR DEL FLUJO

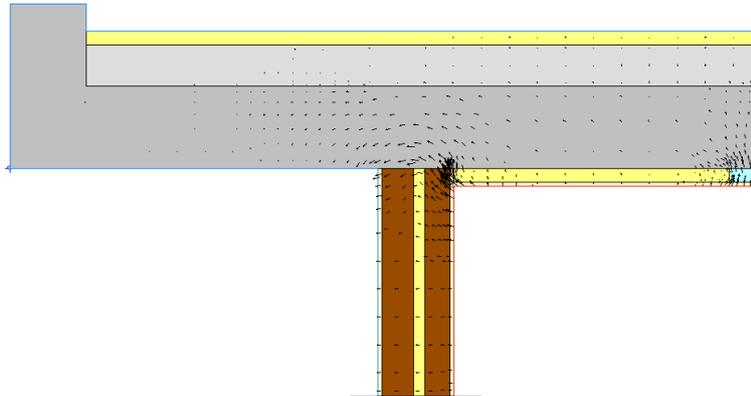


07E SOLUCIÓN 2 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

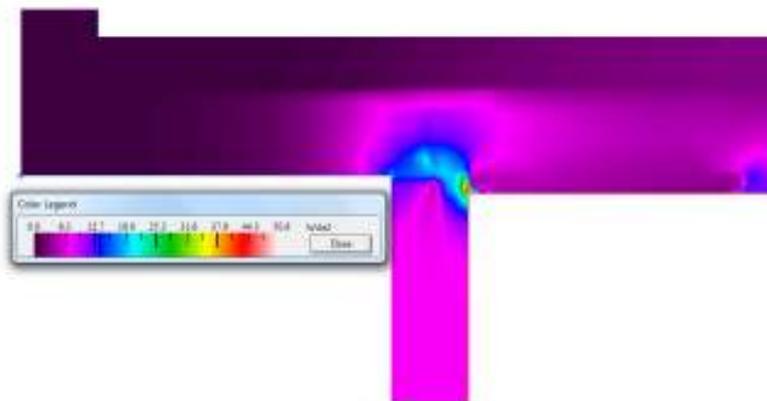
ISOTERMAS



VECTORES DE FLUJO

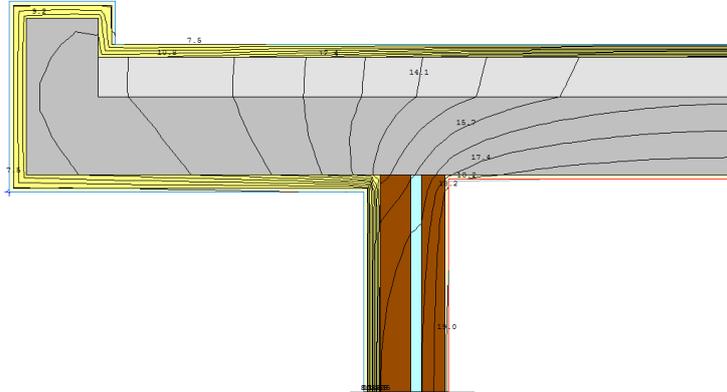


VALOR DEL FLUJO



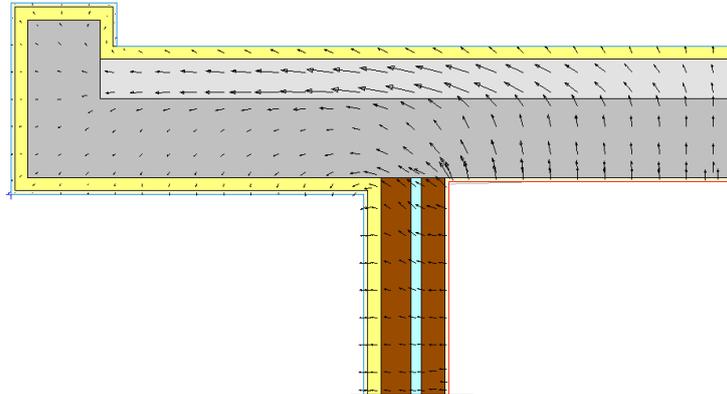
07F SOLUCIÓN 3 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

ISOTERMAS

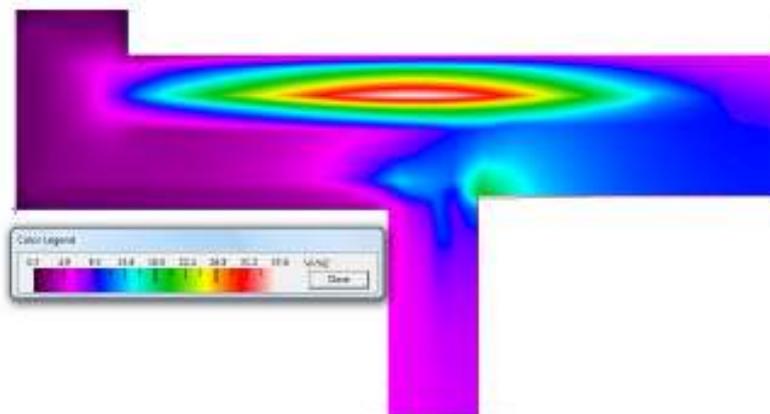


VECTORES DE

FLUJO

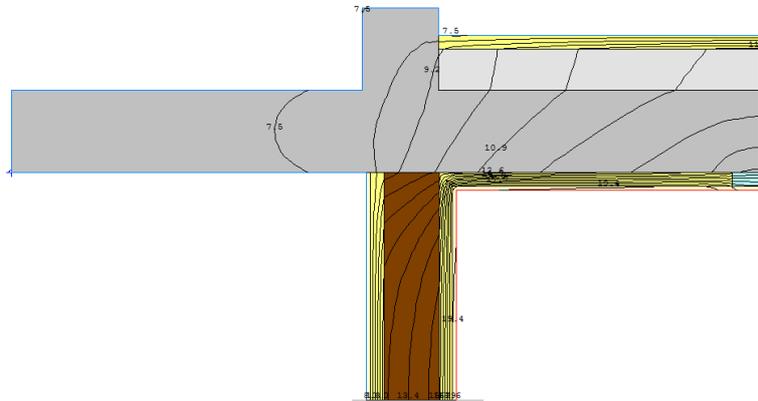


VALOR DEL FLUJO

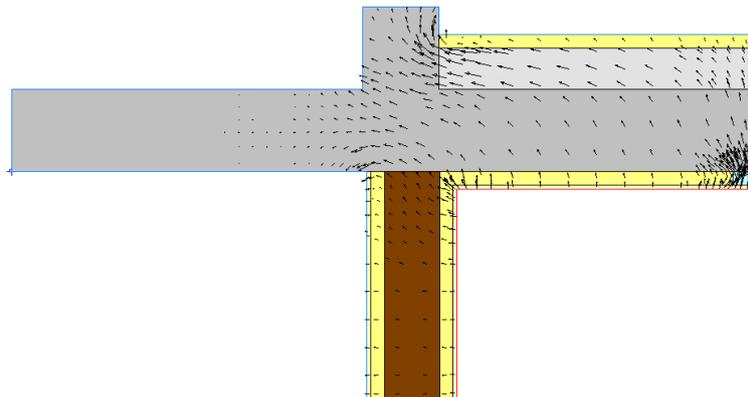


071 SOLUCIÓN 6 DEL PUENTE TÉRMICO DEL ENCUENTRO DE LA FACHADA CON EL VOLADIZO

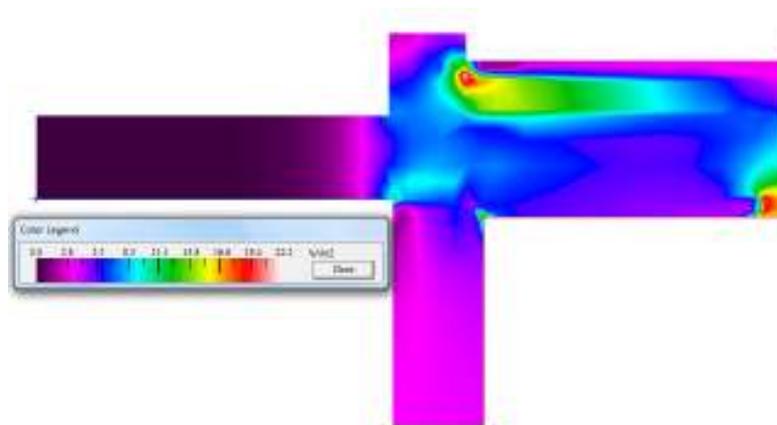
ISOTERMAS



VECTORES DE FLUJO



VALOR DEL FLUJO



ANEXO VI: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN EL CASO ÓPTIMO

En el Anexo III: Resumen de los valores de la demanda energética, aparece el valor de la calificación energética de cada uno de los casos. No obstante, se adjunta la calificación energética del Caso 11 final, junto a la calificación parcial de la las demandas energéticas y la calificación parcial del consumo de energía primaria en las situaciones de invierno y verano, obtenidos con la herramienta CE³X.

SITUACIÓN DE INVIERNO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	79.69 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		29.75		31.44	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		18.51		-	
79.69		18.51		-	

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	18.86 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		7.91		6.35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		4.60		-	
18.86		4.60		-	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	20.66 A		12.05 C				
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
				20.66		12.05	

SITUACIÓN DE VERANO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	19.61 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		8.67		6.35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
19.61		4.58		-	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	22.67 A		12.01 C		
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	
				22.67	
				Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
12.01					

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	82.51 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		32.64		31.44	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
82.51		18.43		-	

Como se deduce de las imágenes anteriores, el valor de la demanda energética de calefacción se ha obtenido del cálculo de la situación de invierno, en la que se ha eliminado los elementos de vegetación (se trataba de árboles de hoja caduca y sistemas de lamas orientables), y el valor de la demanda energética de refrigeración, por su parte, del cálculo para la situación de verano, con dichos elementos cumpliendo su función.

ANEXO VII: HOJAS DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

CASO 01 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	0
Total								-10813	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096			-1162	-1096
Total W						-17096				-1147

W/m2 -81 FCS 0,94

Hora máx.sen. 6 W/m2 -85 Total W -17969 -1137

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 02 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		asnm	605
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	
Total								-10813	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	6,45	3,3	5,7	0,15	-455	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	23	3,3	5,7	0,15	-1622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	13,5	3,3	5,7	0,15	-952	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	9,8	3,3	5,7	0,15	-691	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -3719 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				0
Gente	0,6	1	75	25		54	15			15
Equipos	0,5			2410	0	569				0
Ventilacion						-1096			-1162	
Total W						-13810			-1147	

W/m2 -66 FCS 0,92

Hora máx.sen. 6 W/m2 -70 Total W -14683 -1137

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 03 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,16	-112	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,16	-169	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,16	-166	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,16	-190	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	0
Total								-9102	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096			-1162	-1096
		W/m2	-73	FCS	0,93					-15384
Total W										-1147

Hora máx.sen. 6 W/m2 -77 Total W -16257 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 04 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		asnm	605
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	
Total								-10813	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	0	0	0	0	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	0	0	0	0	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	0	0	0	0	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	0	0	0	0	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096	-1162			-1096
Total W						-17096	-1147			

W/m2 -81 FCS 0,94

Hora máx.sen. 6 W/m2 -85 Total W -17969 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 05 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,16	-650	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Otro Local	51,65	10,40	4,05					-2008	0
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	
Total								-9310	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096	-1162			-1096
Total W						-15593	-1147			-15593

W/m2 -74 FCS 0,93

Hora máx.sen. 6 W/m2 -78 Total W -16466 -1137

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 06 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		0,45	14,24	5,04	1	Sin aisl.perim	-137	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	
Total								-10670	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0
Tipo 2						
Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096	-1162			-1096
Total W						-16952	-1147			-16952

W/m2 -81 FCS 0,94

Hora máx.sen. 6 W/m2 -85 Total W -17857 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 07 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		asnm	605
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,05			374,85		-360	0
Total								-7149	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096			-1162	-1096
Total W						-13432			-1147	-13432

W/m2 -64 FCS 0,92

Hora máx.sen. 6 W/m2 -68 Total W -14305 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 08 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	0
Total								-10813	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	1,4	1,5	0,15	-463	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	1,4	1,5	0,15	-789	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	1,4	1,5	0,15	-820	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	1,4	1,5	0,15	-635	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -2708 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195	0			
Gente	0,6	1	75	25		54	15			
Equipos	0,5			2410	0	569	0			
Ventilacion						-1096	-1162			
Total W						-12799	-1147			

W/m2 -61 FCS 0,92

Hora máx.sen. 6 W/m2 -65 Total W -13672 -1137

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 09 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		asnm	605
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kggas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	
Total								-10813	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	1,95	1,6	0,15	-621	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	1,95	1,6	0,15	-1058	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	1,95	1,6	0,15	-1100	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	1,95	1,6	0,15	-852	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -3631 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
0,7				2280		1195	54	569	-1096	-1162
0,6	1	75	25							
0,5				2410	0					
Total W										-13723 -1147

W/m2 -65 FCS 0,92

Hora máx.sen. 6 W/m2 -69 Total W -14595 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 10 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kgas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	-2152	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	-414	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	-622	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	-612	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	-700	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	1	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-281	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		-4023	0
Total								-8899	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	3,3	5,7	0,15	-1199	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	3,3	5,7	0,15	-2041	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	3,3	5,7	0,15	-2122	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	3,3	5,7	0,15	-1643	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -7005 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096			-1162	-1096
Total W						-15182			-1147	-15182

W/m2 -72 FCS 0,93

Hora máx.sen. 6 W/m2 -76 Total W -16055 -1137

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

CASO 11 HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCION

DATOS AMBIENTALES

Mes	1 Dia	21 Hora	9
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	0,8
		Fi(%)	90
		OMD °C	11,9
		Tmedanua	15,83
		TmediaEnero	7,4
Temp.int.°C	20	Hr(%)	77
Ts.ext.°C	0,80	W(gr/kg)	0,00387
		Pt(Pa)	94265
		W(kg/kggas)	0,01211

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,16	-650	0
N-Muro	36,4	0,7	0,16	-112	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,16	-169	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,16	-166	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,16	-190	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	10,40	0,19	0,00	0,00	1	0,5	-94	0
Suelo Terreno	51,65		0,45	14,24	5,04	1	Sin aisl.perim	-137	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,05			374,85		-360	0
Total								-1878	0

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0
N-Muro	6,45	1,4	1,5	0,15	-176	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0
E-Muro	23	1,4	1,5	0,15	-627	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0
S-Muro	13,5	1,4	1,5	0,15	-368	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0
O-Muro	9,8	1,4	1,5	0,15	-267	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	4	4	0,1	0	0
N-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
E-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SE-Muro	0	4	4	0,1	0	0
S-Muro	0	4	4	0,1	0	0
SO-Muro	0	4	4	0,1	0	0
O-Muro	0	4	4	0,1	0	0
NO-Muro	0	4	4	0,1	0	0

Ventanas -1438 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		1195				1195
Gente	0,6	1	75	25		54	15			54
Equipos	0,5			2410	0	569				569
Ventilacion						-1096	-1162			-1096
Total W						-2594	-1147			-2594

W/m2 -12 FCS 0,69

Hora máx.sen. 6 W/m2 -16 Total W -3467 -1137

DISTRIBUCIONES**nº Renov/h**

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	1	0,2	0,3
2	0	1	1	0,2	0,3
3	0	1	1	0,2	0,3
4	0	1	1	0,2	0,3
5	0	1	1	0,2	0,3
6	0	1	1	0,2	0,3
7	0,3	1	1	0,2	0,3
8	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
9	0,7	0,6	0,6	0,2	0,3
10	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
11	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
12	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
13	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
15	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
16	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
17	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3
18	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,3
20	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3
21	0,8	0,7	0,7	1	0,3
21	0,8	1	1	1	0,3
22	0,8	1	1	0,7	0,3
23	0,7	1	1	0,7	0,3
24	0,3	1	1	0,2	0,3

MEDIDAS CORRECTORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.
ANÁLISIS DEL CASO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN CLIMA TEMPLADO

CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

CASO 01 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)				

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	26,56	4,05	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0	
Puentes	U*(W/mK)	0,58	L(m)	361,3	1071				

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70	0			
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451	0			
Ventilacion						560	-306			
	W/m2	106	FCS	1,01		22336	-246			

Hora máx.sen. 15 W/m2 106 Total W 22336 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1		0	1	0,1	0,3
2		0	1	0,1	0,3
3		0	1	0,1	0,3
4		0	1	0,1	0,3
5		0	1	0,1	0,3
6		0	1	0,1	0,3
7		0,2	1	0,1	0,3
8		0,2	0,3	0,3	0,3
9		0,1	0,3	0,4	0,3
10		0,1	0,3	0,4	0,3
11		0,1	0,3	0,4	0,3
12		0	0,3	0,4	0,3
13		0	0,3	0,4	0,3
14		0	0,3	0,6	0,3
15		0	0,3	0,7	0,3
16		0	0,3	0,3	0,3
17		0	0,3	0,3	0,3
18		0	0,3	0,3	0,3
19		0	0,3	0,3	0,3
20		0,1	0,3	0,6	0,3
21		0,3	0,7	0,7	0,3
21		0,5	1	0,7	0,3
22		0,5	1	0,6	0,3
23		0,5	1	0,6	0,3
24		0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 02 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15		
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605
		OMD °C	17,6	OMA	36,4	Tmedanua	15,83
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553	TmediaJulio	25,4
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265		

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)
Volumen(m3)	567,67	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65	26,56	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		1071	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	6,45	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	751	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	23	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	3819	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	13,5	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	2353	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	9,8	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	2281	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0

Ventanas 9205 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451				
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	67	FCS	1,02					14082 -246

Hora máx.sen. 15 W/m2 67 Total W 14082 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1		0	1	0,1	0,3
2		0	1	0,1	0,3
3		0	1	0,1	0,3
4		0	1	0,1	0,3
5		0	1	0,1	0,3
6		0	1	0,1	0,3
7		0,2	1	0,1	0,3
8		0,2	0,3	0,3	0,3
9		0,1	0,3	0,4	0,3
10		0,1	0,3	0,4	0,3
11		0,1	0,3	0,4	0,3
12		0	0,3	0,4	0,3
13		0	0,3	0,4	0,3
14		0	0,3	0,6	0,3
15		0	0,3	0,7	0,3
16		0	0,3	0,3	0,3
17		0	0,3	0,3	0,3
18		0	0,3	0,3	0,3
19		0	0,3	0,3	0,3
20		0,1	0,3	0,6	0,3
21		0,3	0,7	0,7	0,3
21		0,5	1	0,7	0,3
22		0,5	1	0,6	0,3
23		0,5	1	0,6	0,3
24		0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 03 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)			(CA, SA)	(10,50,90)		

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,16	4	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,16	40	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,16	11	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,16	13	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Otro Local	51,65	26,56	4,05					534	0
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)		1071	
			0,58			361,3			

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				0
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451				0
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	105	FCS	1,01	22152			-246	

Hora máx.sen. 15 W/m2 105 Total W 22152 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 04 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553	OMA	36,4				
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)
Volumen(m3)	567,67	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65	26,56	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		1071	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0,45	4161	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	1	3507	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0,45	4205	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 13854 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W	
Luces	0,7			2280		70				0	
Gente	0,6	8	75	25		223	60			0	
Equipos	0,5			2410	0	1451				0	
Ventilacion						560			-306		
		W/m2	89	FCS	1,01					18732	-246

Hora máx.sen. 15 W/m2 89 Total W 18732 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 05 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15								
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0				
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4		
Temp.int.°C	24	OMD °C	17,6	OMA	36,4	W(kg/kgas)	0,01553	Hr(%)	77	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)
Volumen(m3)	567,67	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,16	226	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	26,56	4,05	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0	
Puentes	U*(W/mK)	0,58	L(m)	361,3	1071				

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70	0			
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451	0			
Ventilacion						560	-306			
		W/m2	104	FCS	1,01	21813	-246			

Hora máx.sen. 15 W/m2 104 Total W 21813 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1		0	1	0,1	0,3
2		0	1	0,1	0,3
3		0	1	0,1	0,3
4		0	1	0,1	0,3
5		0	1	0,1	0,3
6		0	1	0,1	0,3
7		0,2	1	0,1	0,3
8		0,2	0,3	0,3	0,3
9		0,1	0,3	0,4	0,3
10		0,1	0,3	0,4	0,3
11		0,1	0,3	0,4	0,3
12		0	0,3	0,4	0,3
13		0	0,3	0,4	0,3
14		0	0,3	0,6	0,3
15		0	0,3	0,7	0,3
16		0	0,3	0,3	0,3
17		0	0,3	0,3	0,3
18		0	0,3	0,3	0,3
19		0	0,3	0,3	0,3
20		0,1	0,3	0,6	0,3
21		0,3	0,7	0,7	0,3
21		0,5	1	0,7	0,3
22		0,5	1	0,6	0,3
23		0,5	1	0,6	0,3
24		0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 06 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)				

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	26,56	4,05	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65	0	0,45	14,24	5,04	1	Sin aisl.perim	-47	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		1071	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				0
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451				0
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	106	FCS	1,01	22321			-246	

Hora máx.sen. 15 W/m2 106 Total W 22321 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1		0	1	0,1	0,3
2		0	1	0,1	0,3
3		0	1	0,1	0,3
4		0	1	0,1	0,3
5		0	1	0,1	0,3
6		0	1	0,1	0,3
7		0,2	1	0,1	0,3
8		0,2	0,3	0,3	0,3
9		0,1	0,3	0,4	0,3
10		0,1	0,3	0,4	0,3
11		0,1	0,3	0,4	0,3
12		0	0,3	0,4	0,3
13		0	0,3	0,4	0,3
14		0	0,3	0,6	0,3
15		0	0,3	0,7	0,3
16		0	0,3	0,3	0,3
17		0	0,3	0,3	0,3
18		0	0,3	0,3	0,3
19		0	0,3	0,3	0,3
20		0,1	0,3	0,6	0,3
21		0,3	0,7	0,7	0,3
21		0,5	1	0,7	0,3
22		0,5	1	0,6	0,3
23		0,5	1	0,6	0,3
24		0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 07 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)			(CA, SA)	(10,50,90)		

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Otro Local	51,65	26,56	4,05					534	0
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65		1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,05			374,85		96	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				0
Gente	0,6	8	75	25		223	60			0
Equipos	0,5			2410	0	1451				0
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	102	FCS	1,01	21361			-246	

Hora máx.sen. 15 W/m2 102 Total W 21361 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 08 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)				

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	26,56	4,05	0,00	0,00	1	0,5	0	0
Suelo Terreno	51,65	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0	
Puentes	U*(W/mK)	0,58	L(m)	361,3	1071				

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0	1521	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0	3928	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0	4316	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0	4613	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 14379 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70	0			
Gente	0,6	8	75	25		223	60			
Equipos	0,5			2410	0	1451	0			
Ventilacion						560	-306			
W/m2	92	FCS	1,01	19257	-246					

Hora máx.sen. 15 W/m2 92 Total W 19257 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr	
1	0	1	0,1	0,3	0,3
2	0	1	0,1	0,3	0,3
3	0	1	0,1	0,3	0,3
4	0	1	0,1	0,3	0,3
5	0	1	0,1	0,3	0,3
6	0	1	0,1	0,3	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 09 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553	OMA	36,4				
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Inte	(Ligero, Medio, Pesado)	(CA, SA)	(10,50,90)
Volumen(m3)	567,67	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65	26,56	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		1071	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	1,95	1,6	0,15	1	0	1692	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	1,95	1,6	0,15	1	0	4315	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	1,95	1,6	0,15	1	0	4735	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	1,95	1,6	0,15	1	0	5029	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 15771 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				0
Gente	0,6	8	75	25		223	60			0
Equipos	0,5			2410	0	1451				0
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	98	FCS	1,01	20649			-246	

Hora máx.sen. 15 W/m2 98 Total W 20649 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 10 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15		
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605
		OMD °C	17,6	OMA	36,4	Tmedanua	15,83
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553	TmediaJulio	25,4
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265		

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67								

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,53	749	0
N-Muro	36,4	0,7	0,59	16	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,59	147	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,59	40	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,59	50	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0		1	0,00	0,00	1		0	0
Suelo Terreno	51,65	26,56	1,01	24,61	13,84	0	Sin aisl.perim	-32	0
			U*(W/mK)			L(m)			
			0,58			361,3		1071	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	17	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	1981	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	28,95	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	4807	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	30,1	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5246	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	23,3	0,75	3,3	5,7	0,15	1	0	5424	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 17458 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
0,7				2280		70	60	1451	-306	21826
0,6	8	75	25							
0,5				2410	0					
		W/m2	104	FCS	1,01					

Hora máx.sen. 15 W/m2 104 Total W 21826 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

CASO 11 HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACION

DATOS AMBIENTALES

Mes	6	Dia	21	Hora	15						
Lugar	Yecla (Murcia)	Latitud °	38,36	Long.Oeste	1,1	Dif cotas n	0	DTCiudad °C	0		
Capital	Murcia	Ts.ext. disef	35,6	Th °C	22,4	asnm	605	Tmedanua	15,83	TmediaJulio	25,4
Temp.int.°C	24	Hr(%)	77	W(kg/kgas)	0,01553						
Ts.ext.°C	29,11	W(gr/kg)	18,65	Pt(Pa)	94265						

DATOS ZONA

Superficie(m2)	210,25	Zona	Exterior	Tipo	Medio	Alfombras	SA	% Acristalamic	50
Volumen(m3)	567,67	Exterior/Inte	(Ligero, Medio, Pesado)			(CA, SA)	(10,50,90)		

CERRAMIENTOS

Orientacion	Area (m2)	Absor.solar	U (W/m2K)	Qs W	Ql W
Techo	210,25	0,7	0,16	226	0
N-Muro	36,4	0,7	0,16	4	0
NE-Muro	0	0	0	0	0
E-Muro	54,65	0,7	0,16	40	0
SE-Muro	0	0	0	0	0
S-Muro	53,75	0,7	0,16	11	0
SO-Muro	0	0	0	0	0
O-Muro	61,55	0,7	0,16	13	0
NO-Muro	0	0	0	0	0



Calcular

Otro Local	Area (m2)	Totro(°C)	U (W/m2K)	Ls	Lpe	z(m)	b	Qs W	Ql W
Muro Terreno	0	26,56	0,19	0,00	0,00	1	0,5	25	0
Suelo Terreno	51,65		0,45	14,24	5,04	1	Sin aisl.perim	-47	0
Puentes			U*(W/mK)			L(m)			
			0,05			374,85		96	

VENTANAS

Tipo 1	Area (m2.)	g	Ucristal (W/m2K)	Umarco (W/m2K)	FM	f acce	Fsombra fija	Total	Qs W	Ql W
Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-Muro	6,45	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0	577	0	0
NE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Muro	23	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0,45	2642	0	0
SE-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-Muro	13,5	0,7	1,4	1,5	0,15	1	1	1208	0	0
SO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-Muro	9,8	0,7	1,4	1,5	0,15	1	0,45	1462	0	0
NO-Muro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2

Techo	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
N-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
E-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SE-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
S-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
SO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
O-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0
NO-Muro	0	0,76	4	4	0,1	1	0	0	0	0

Ventanas 5889 0

INTERNAS

Frac.rad.	nº per.max	qs/per	ql/per	Pot.sen.W	Pot.lat.W	Luces	Gente	Equipos	Ventilacion	Total W
Luces	0,7			2280		70				0
Gente	0,6	8	75	25		223	60			0
Equipos	0,5			2410	0	1451				0
Ventilacion						560			-306	
		W/m2	41	FCS	1,03	8561			-246	

Hora máx.sen. 15 W/m2 41 Total W 8561 -246

DISTRIBUCIONES

nº Renov/h

Hora	Luces porcentaje	Gente porcentaje	Equipos porcentaje	Ventilacion nr
1	0	1	0,1	0,3
2	0	1	0,1	0,3
3	0	1	0,1	0,3
4	0	1	0,1	0,3
5	0	1	0,1	0,3
6	0	1	0,1	0,3
7	0,2	1	0,1	0,3
8	0,2	0,3	0,3	0,3
9	0,1	0,3	0,4	0,3
10	0,1	0,3	0,4	0,3
11	0,1	0,3	0,4	0,3
12	0	0,3	0,4	0,3
13	0	0,3	0,4	0,3
14	0	0,3	0,6	0,3
15	0	0,3	0,7	0,3
16	0	0,3	0,3	0,3
17	0	0,3	0,3	0,3
18	0	0,3	0,3	0,3
19	0	0,3	0,3	0,3
20	0,1	0,3	0,6	0,3
21	0,3	0,7	0,7	0,3
21	0,5	1	0,7	0,3
22	0,5	1	0,6	0,3
23	0,5	1	0,6	0,3
24	0,5	1	0,1	0,3

CommandButtc

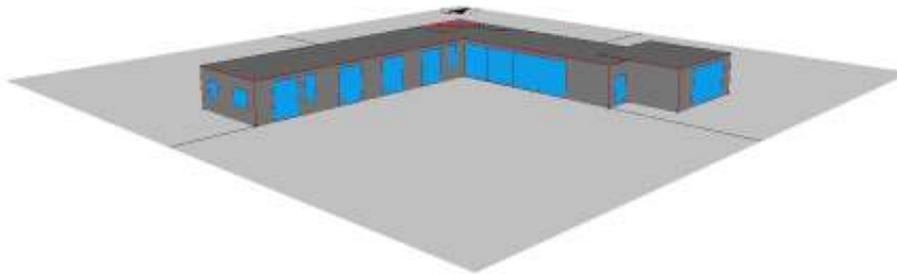
Tabla 5.6: Valor multiplicativo. $f_{F,acc}$ Norma UNE EN ISO 13363-1. Cortinas o persianas

$f_{F,acc}$	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento			
			Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.6
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.7	0.8	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.7	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.7
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.3	0.3	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45

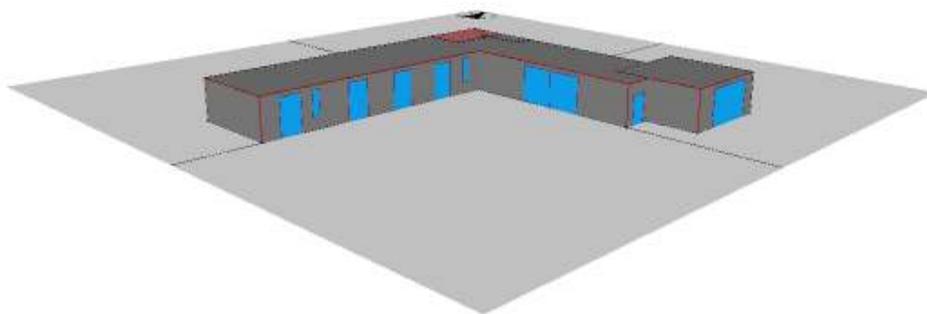
ANEXO VIII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS MODELOS DE LA HU-LC

Se muestran a continuación las imágenes del modelo generado con la HU L-C en los diferentes apartados, en el caso de que sean diferentes a la del Caso 01 inicial:

CASO 01

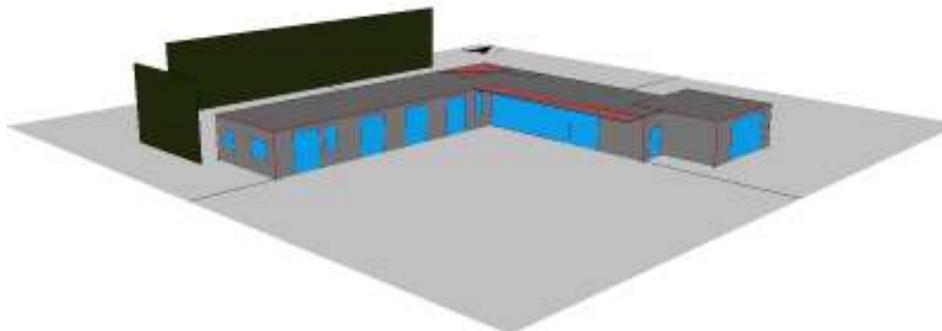


CASO 02



CASO 04

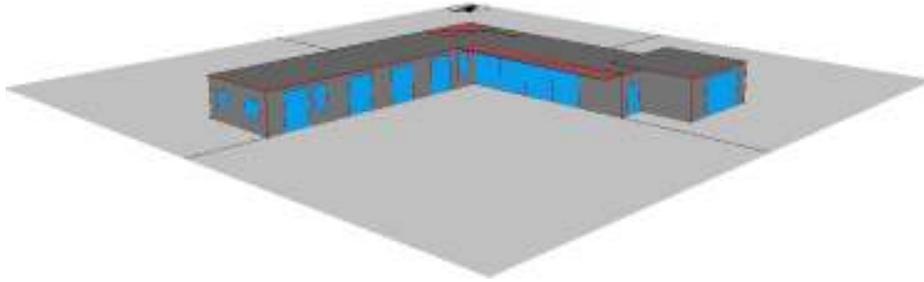
SITUACIÓN DE VERANO:



SITUACIÓN DE INVIERNO:

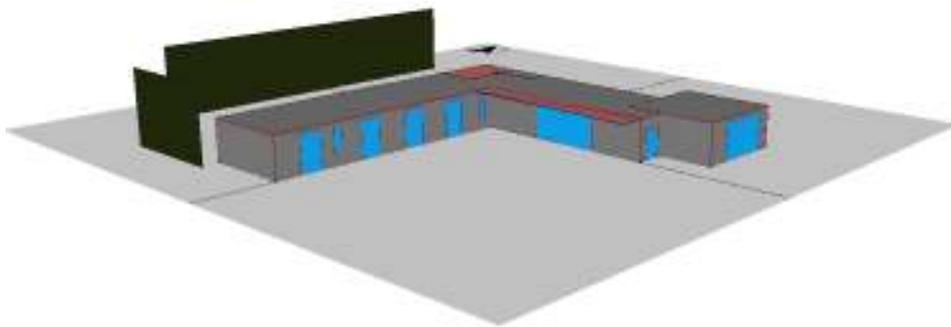


CASO 07



CASO 11

SITUACIÓN DE VERANO:



SITUACIÓN DE INVIERNO:

