

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE BURGOS**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE
CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE
EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO
TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y
CERTIFICADO PASSIVHAUS**

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

AUTOR:

Mario Maestro Terceño

TUTORES ACADÉMICOS:

**Eduardo Montero García
Raúl Briones Llorente**

**TUTOR DE EMPRESA
(VEKA IBÉRICA):**

Javier Pastor Varona

JULIO 2019



RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Título: Estudio comparativo de certificación energética de edificio singular mediante Código Técnico de la Edificación y certificado Passivhaus

Autor: Mario Maestro Terceño.....

Tutor (es): Eduardo Montero García, Raúl Briones Llorente, Javier Pastor Varona

RESUMEN

Los edificios del sector residencial y terciario son responsables del 40% del consumo de energía primaria en la unión europea, así como de las emisiones de CO₂ que lleva aparejadas. En este sentido, el estándar Passivhaus se está extendiendo como referente mundial de los edificios de consumo de energía casi nulo, desde su implantación en 1990. Aporta un sistema de construcción de edificios energéticamente eficientes, con elevado confort térmico y un bajo consumo. Además de tener limitaciones claras para las demandas, consumos, permeabilidad al aire o transmitancias térmicas, entre otros parámetros, una vez finalizado el edificio se realizan diferentes ensayos in situ para verificar que realmente se cumplen dichos requisitos.

En este Trabajo de Fin de Grado se ha analizado el denominado Espacio Futura, construido junto a la fábrica VEKA Ibérica en Burgos y certificado como Passivhaus. Se trata de un edificio terciario de uso polivalente para la realización de conferencias, exposiciones, y otros eventos de VEKA Ibérica. En este TFG se ha realizado la valoración del cumplimiento del edificio con estándar Passivhaus: (i) excelente aislamiento térmico, (ii) ventanas y puertas de altas prestaciones, (iii) ausencia de puentes térmicos, (iv) baja permeabilidad al aire y (v) ventilación mecánica con recuperador de calor.

Una vez conocidas las características del edificio, se han estudiado dos cuestiones más: (i) análisis del comportamiento energético del edificio con dos programas reconocidos por el Código Técnico de la Edificación, uno simplificado (CE3X) y otro general (SG SAVE, basado en el estándar Energy Plus), para comparar la evaluación energética del edificio diseñado con el estándar Passivhaus,

(ii) análisis de algunas variables en detalle, más allá de las demandas, consumos energéticos y emisiones anuales, que describen mejor el comportamiento térmico del edificio.



ABSTRACT

The buildings of the residential and tertiary sector are responsible for 40% of the primary energy consumption in the European Union, as well as the CO₂ emissions that it entails. In this sense, the Passivhaus standard is being extended as a worldwide benchmark for nearly zero energy buildings, since its implementation in 1990. It provides a system of energy efficient buildings with a high thermal comfort and low consumption. Besides having clear limitations for demands, consumption, air permeability or thermal transmissions, among other parameters, once the building is finished, different on-site tests are carried out to verify that these requirements are actually met. In this Final Degree Project, the so-called “Espacio Futura” has been analyzed, it was built next to the VEKA Ibérica factory in Burgos and it was certified as Passivhaus. It is a tertiary building of polyvalent use for the realization of conferences, exhibitions, and other events of VEKA Ibérica. In this Final Degree Project, the assessment of building compliance with the Passivhaus standard was made by checking its bases: (i) excellent thermal insulation, (ii) high performance windows and doors, (iii) absence of thermal bridges, (iv) low air permeability and (v) mechanical ventilation with heat recovery.

Once the characteristics of the building are known, two more questions have been studied:

- (i) analysis of the building's energy performance with two programs recognized by the “Código Técnico de la Edificación”, one simplified (CE3X) and the other general (SG SAVE, based on the Energy Plus standard), to compare the energy evaluation of the designed building with the Passivhaus standard,
- (ii) analysis of some variables in detail, beyond the demands, energy consumption and annual emissions, which better describe the thermal behavior of the building.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETIVO DEL PROYECTO	4
3. NORMATIVA RELACIONADA	5
4. LA EVOLUCIÓN EN EL CONSUMO DE CALEFACCIÓN	7
5. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS	9
5.1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	9
5.1.1. NORMATIVA ESPAÑOLA PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS	9
5.1.2. CONTENIDO DE UN CERTIFICADO ENERGÉTICO	10
5.1.3. LA ESCALA DE CLASIFICACIÓN	12
5.1.4. LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	13
5.2. PASSIVHAUS	13
6. EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS.....	15
6.1. LOS 5 PRINCIPIOS BÁSICOS	16
6.2. OTROS CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PASIVA	18
6.3. CERTIFICACIÓN DE UN EDIFICIO PASSIVHAUS	19
6.4. LA ENVOLVENTE	23
6.5. BLOWER DOOR TEST.....	25
6.6. EL CONFORT	26
6.7. CERTIFICACIÓN DE COMPONENTES PASSIVHAUS	28
7. CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO FUTURA.....	30
7.1. LOCALIZACIÓN	31
7.2. SUPERFICIE Y DISPOSICIÓN	31
7.3. USO Y OCUPACIÓN	32
7.4. ORIENTACIÓN	32
7.5. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	33
7.6. ELECTRICIDAD	38
7.7. VENTILACIÓN MECÁNICA CON RECUPERADOR DE CALOR	39
7.8. CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN ADICIONAL	41
7.9. AGUA	41
7.10. SOMBRAS	43
7.11. PUENTES TÉRMICOS.....	44
7.12. ENVOLVENTE TÉRMICA	45
7.13. ENVOLVENTE HERMÉTICA.....	45
8. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE CE3X.....	48
8.1. DATOS ADMINISTRATIVOS	48
8.2. DATOS GENERALES	49
8.3. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO	51
8.4. ENVOLVENTE TÉRMICA	54
8.5. INSTALACIONES	75
9. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE SG SAVE	79
9.1. DATOS INICIALES.....	79
9.2. DATOS ADMINISTRATIVOS	80
9.3. DIBUJO EN PLANTA DEL EDIFICIO	81

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”**

9.4.	DISTINCIÓN DE LAS SUPERFICIES INTERIORES Y EXTERIORES.....	83
9.5.	DEFINIR ESPACIOS HABITABLES	85
9.6.	MATERIALES.....	88
9.7.	VIDRIOS	89
9.8.	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.....	90
9.9.	FAMILIA DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.....	94
9.10.	ASIGNAR A CADA SUPERFICIE SU SISTEMA CONSTRUCTIVO.....	95
9.11.	CARPINTERÍAS.....	96
9.12.	SOMBRAS	96
9.13.	PUENTES TÉRMICOS.....	98
9.14.	AGUA CALIENTE SANITARIA	100
9.15.	VENTILACIÓN MECÁNICA Y RECUPERADOR DE CALOR	100
9.16.	EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	103
9.17.	GEOLocalIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE SOMBRAS	103
10.	COMPARACIÓN ENTRE CTE, PASSIV Y CADA SOFTWARE	106
10.1.	DIFERENCIAS ENTRE CTE Y PASSIVHAUS.....	106
10.2.	LIMITACIONES DEL CE3X	115
10.3.	LIMITACIONES DEL SG SAVE	117
10.4.	DATOS Y CÁLCULOS DEL PHPP	119
11.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	124
11.1.	DEMANDAS	124
11.2.	CONSUMOS ANUALES DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.....	126
11.3.	CONSUMOS ANUALES DE ENERGÍA FINAL	128
11.4.	DEMANDAS MENSUALES DE CALEFACCIÓN.....	130
11.5.	DEMANDAS MENSUALES DE REFRIGERACIÓN	131
11.6.	EMISIONES DE CO ₂	131
11.7.	TEMPERATURAS INTERIOR OPERATIVA, EXTERIOR Y CAUDAL DEL BYPASS DEL RECUPERADOR.....	132
11.8.	TEMPERATURA INTERIOR DEL AIRE Y OPERATIVA.....	134
11.9.	TEMPERATURAS REALES MEDIDAS EN EL EDIFICIO	134
12.	CONCLUSIONES.....	137
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	139
14.	ANEXOS	141
14.1.	ANEXO DEL PASSIVE HOUSE PLANNING PACKAGE.....	141
14.2.	ANEXO DE PLANOS	170
14.3.	ANEXO DE CARPINTERÍAS	191
14.4.	ANEXO DEL ENSAYO BLOWER DOOR DEL ESPACIO FUTURA	200
14.5.	ANEXO DE PUENTES TÉRMICOS	203
14.6.	ANEXO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN Y RECUPERADOR DE CALOR	208
14.7.	ANEXO DE DATOS DEL CATASTRO	212
14.8.	ANEXO DE FOTOGRAFÍAS.....	214
14.9.	ANEXO DE INFORME DEL CE3X.....	225
14.10.	ANEXO DE INFORMES DEL SG SAVE	230
14.10.1.	COMPROBACIÓN DEL HE1	230
14.10.2.	COMPROBACIÓN DEL HE0 CON EQUIPOS DE SUSTITUCIÓN.....	231
14.10.3.	COMPROBACIÓN DEL HE0 CON EQUIPOS DE SUSTITUCIÓN.....	238
14.11.	ANEXO DE GRÁFICAS DETALLADAS DEL SG SAVE.....	245
14.12.	ANEXO DE GRÁFICAS DE TEMPERATURAS REALES MEDIDAS EN EL EDIFICIO.....	246

1. ANTECEDENTES

La certificación energética de los edificios es necesaria para conocer su eficiencia en cuanto a demandas, consumo y emisiones. En España tenemos varios softwares para esta tarea y todos ellos se basan en la normativa del Código Técnico de la Edificación. Aparte existen otros criterios y certificados como es el estándar *Passivhaus*, que es el referente mundial de edificios de consumo de energía casi nulo. El software que emplea es un documento Excel llamado “*Passive House Planning Package*” (PHPP).

La empresa Veka, en Burgos, fabrica carpinterías de PVC para ventanas y con el propósito de contribuir a la divulgación de la construcción sostenible y presentar al público sus productos decidieron construir el Espacio Futura: un edificio certificado *Passivhaus* principalmente empleado para realizar formaciones y exposiciones y que, gracias a la buena disposición de la empresa a colaborar con la Universidad de Burgos, nos sirve de base para el estudio de este Trabajo Fin de Grado.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

En este TFG se ha realizado la valoración del cumplimiento del edificio con estándar *Passivhaus*:

- (i) Excelente aislamiento térmico
- (ii) Ventanas y puertas de altas prestaciones
- (iii) Ausencia de puentes térmicos
- (iv) Baja permeabilidad al aire
- (v) Ventilación mecánica con recuperador de calor.

Una vez conocidas las características del edificio, se ha trabajado en dos cuestiones más:

- (i) Análisis del comportamiento energético del edificio con dos programas reconocidos por el Código Técnico de la Edificación, uno simplificado (CE3X) y otro general (SG SAVE, basado en el estándar Energy Plus), para comparar la evaluación energética del edificio diseñado con el estándar *Passivhaus*.
- (ii) Análisis de algunas variables en detalle, más allá de las demandas, consumos energéticos y emisiones anuales, que describen mejor el comportamiento térmico del edificio.

3. NORMATIVA RELACIONADA

El 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, establece que el certificado de eficiencia energética contendrá, entre otras cuestiones, la calificación energética del edificio expresada a través de una etiqueta energética. Mediante esta etiqueta, los edificios se clasificarán energéticamente dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

Según estudios de la Comunidad Económica Europea, el 40% de la energía consumida en el territorio europeo se emplea en el acondicionamiento térmico de las edificaciones. En base a esto se estudia la manera de reducir esa demanda sin renunciar al confort térmico.

La Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de mayo de 2010 trata el tema de la certificación energética de los edificios: habla de la necesidad de aprovechar mejor las energías, tomar medidas para la calificación energética de los edificios teniendo en cuenta el clima, realizar dicha calificación con una metodología que pueda ser distinta a escala nacional y regional, otorga la responsabilidad de establecer los requisitos mínimos de eficiencia de los edificios y de sus elementos a los Estados miembros, defiende la necesidad del etiquetado y la información normalizada y finalmente obliga a que todos los estados miembros deberán tomar medidas para que a partir de 2020 todos los edificios de nueva construcción sean de consumo de energía casi nulo (*nearly zero-energy buildings* o *NZEB*), 2018 en el caso de edificios públicos. Este término no lo define con claridad, sino que deja que da la responsabilidad a cada país de que utilice el criterio más adecuado en función de sus condiciones.

La Directiva 2012/27/UE marca como objetivo crear un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética que permitan asegurar que los países de la Unión Europea conseguirán con plazo el año 2020:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%.
- Ahorrar el 20% del consumo de energía mediante una mayor eficiencia energética.
- Promover las energías renovables para llegar a producir de este modo el 20% de la energía total.

Más adelante, en España, el Real Decreto 235/2013 del 13 de abril de 2013 traspone lo descrito en esa Directiva al ámbito de este país.

Actualmente se considera edificio de consumo energético casi nulo cualquiera que cumpla las exigencias del DB-HE.

4. LA EVOLUCIÓN EN EL CONSUMO DE CALEFACCIÓN

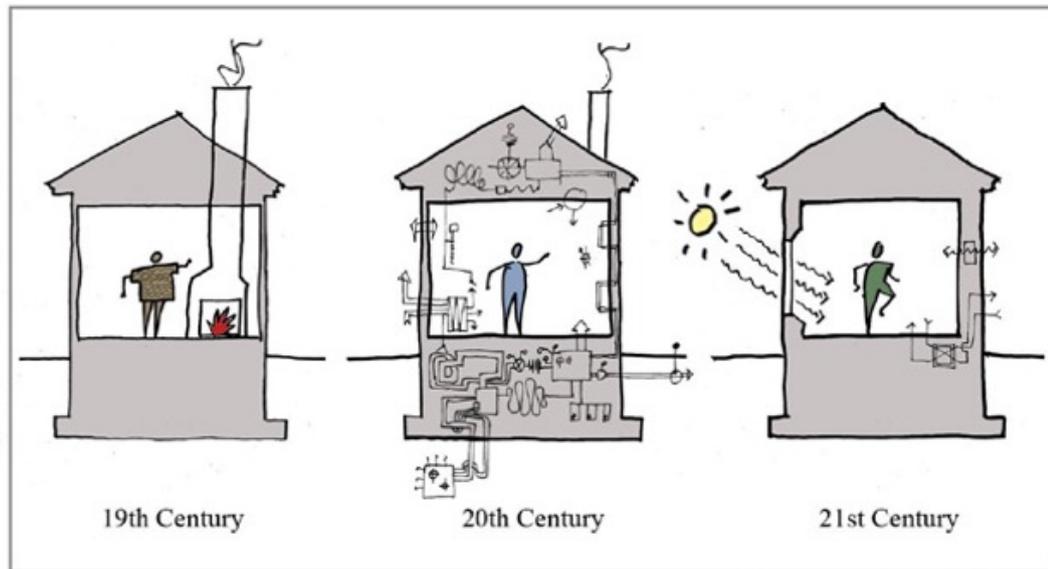


image source: Albert, Righter and Tittmann Architects

Figura 1. Evolución de la manera de acondicionar los edificios

Esta imagen describe perfectamente la evolución que ha sufrido nuestra manera de construir y de calefactar los edificios.

Al principio prácticamente no se construían edificios con ventanas porque se pensaba que debilitaban la estructura, o más bien, porque no se sabían instalar correctamente. La manera de calentar era con el calor directo que aportaba la llama de la combustión de madera o carbón. El aprovechamiento era muy bajo, debido a que gran parte del calor se iba por la chimenea, y el consumo muy alto, porque el edificio no estaba correctamente aislado. En este caso tenemos una gran demanda y un consumo alto e insuficiente.

Más adelante todos los edificios se empezaron a construir con ventanas, permitiendo tener luz natural y un aporte de calor del Sol. También surgieron muchos sistemas de calefacción y de regulación para lograr el confort, todo esto a costa de grandes consumos y contaminación. Pero la envolvente del edificio seguía sin ser la más adecuada para conseguir un buen aislamiento. La demanda en este punto sigue siendo alta y el consumo, aunque suficiente para lograr unas buenas condiciones, sigue siendo también muy alto.

El último paso es en el que tenemos ventanas orientadas correctamente para obtener las mayores ganancias del sol y tener las mínimas pérdidas y son ventanas de altas prestaciones. Los sistemas de calefacción y refrigeración se han reducido enormemente, ya que la energía necesaria la conseguimos del Sol y la mantenemos gracias a la ventilación mecánica con recuperador de calor. Y esto no sería posible sin una envolvente hermética y térmica que permita mantener unas condiciones cuidadas en el interior del edificio. Conseguimos así reducir la demanda y los consumos logrando mantener el máximo confort.

La siguiente imagen correspondiente a un estudio realizado por IDAE en 2014 muestra el consumo energético de un hogar medio desglosado en los principales usos que le damos a esa energía. La mayor parte, casi la mitad, la utilizamos en calefactar nuestras viviendas, por ello este es un factor tan clave a la hora de reducir la demanda.

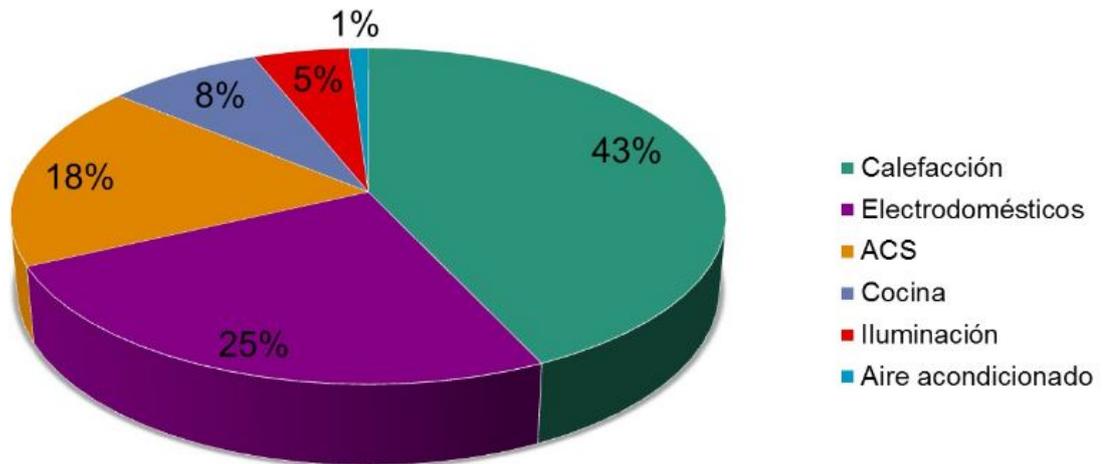


Figura 2. Consumos de energía en los hogares de España. IDAE 2014

5. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

La calificación energética de un edificio es la expresión de la eficiencia energética del mismo. Se determina de acuerdo con la metodología de cálculo establecida y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética.

5.1. Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos. Se compone de distintos Documentos Básicos (DB): Seguridad estructural (SE), Seguridad en caso de incendio (SI), seguridad de utilización y accesibilidad (SUA), ahorro de energía (HE), protección frente al ruido (HR) y salubridad (HS).

5.1.1. Normativa española para la certificación energética de edificios

Para nuestro caso los documentos normativos más relevantes son los siguientes:

- El Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) rige principalmente los aspectos relacionados con la envolvente térmica, la demanda y el consumo energético y la iluminación en edificios de uso residencial, oficinas y garajes. Su objetivo es conseguir edificios sostenibles.

Documento Básico **HE**

Ahorro de energía

Con comentarios del Ministerio de Fomento

HE0	Limitación del consumo energético
HE1	Limitación de la demanda energética
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
HE4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Figura 3. Documento Básico de Ahorro de Energía

- El Documento Básico de Salubridad (DB-HS) se ocupa de la ventilación y el agua de edificios de uso residencial, oficinas y garajes.

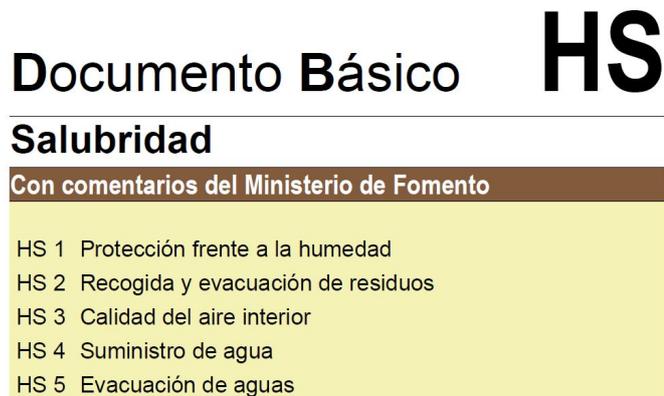


Figura 4. Documento Básico de Salubridad

- El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) tratan las cuestiones de ahorro energético asociadas a las instalaciones térmicas. También engloban los temas de ventilación en edificios de uso industrial.
- El Reglamento de Baja Tensión (REBT) es el documento a seguir para los casos relacionados con la electricidad.

5.1.2. Contenido de un certificado energético

El certificado de eficiencia energética es un documento obligatorio para la venta y alquiler de edificios y de partes de edificios, tanto para nuevos como para existentes.

Este documento debe contener lo siguiente:

- Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica.
- Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica: nuevo o existente, dentro de estos se divide en vivienda o terciario, y dentro de estos hay más subcategorías.
- Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.

- Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
- Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.
- Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes.

Se establecen un indicador energético principal y varios complementarios. El indicador energético principal es el dado por las:

- Emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg/m² de superficie útil del edificio.
- Energía primaria anual, en kW·h/m² de superficie útil del edificio.

Estos dos indicadores se obtienen de la energía consumida por el edificio para satisfacer las necesidades asociadas a unas condiciones normales, tanto climáticas como de funcionamiento y ocupación. Como indicadores energéticos complementarios (también en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio) se tienen:

- Desglose de las emisiones de CO₂ para los servicios principales del edificio.
- Desglose del consumo de energía primaria para los servicios principales del edificio.
- Energía demandada por el edificio para cada uno de sus servicios principales.

Los indicadores complementarios permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento del edificio y proporcionan, por tanto, información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer medidas que mejoren dicho comportamiento.

5.1.3. La escala de clasificación

La calificación consiste en adjudicar al edificio una clase de eficiencia de entre un grupo de 7 letras que va desde la A (edificio más eficiente) hasta la G (edificio menos eficiente).

Los límites de las clases se establecerán de acuerdo con las siguientes directrices:

- La escala debe diferenciar claramente los edificios eficientes de los no eficientes. No tendría sentido, por ejemplo, que la mayoría de los edificios estuviera en una sola clase.
- Debe tener suficiente sensibilidad a las mejoras. Esto se interpreta como que un edificio que haya mejorado suficientemente la calidad de su envuelta y/o de sus sistemas térmicos en relación a los requerimientos mínimos exigidos por el CTE debe tener derecho a ganar una letra. En circunstancias especiales, será posible ganar más de una letra dentro de un contexto de rentabilidad económica.
- Debe ser posible, para todos los climas, la construcción de edificios que alcancen la clase A. La obtención de la clase A estaría, en cualquier caso, reservada a aquellos edificios singulares con un diseño acertado, un uso significativo de energías renovables y soluciones de eficiencia energética en envuelta y en sistemas, sin que el contexto de rentabilidad económica sea determinante.
- Debe ser suficientemente estable en el tiempo (debe permanecer invariable durante un periodo de tiempo de, al menos, dos revisiones de la reglamentación).
- Debe ser consistente con los objetivos últimos de la certificación; es decir, la escala debe ser un instrumento que permita tomar decisiones que conduzcan a cumplir con los compromisos a largo plazo en materia energética y medioambiental.
- Debe ser única tanto para el Procedimiento de Referencia como para los Procedimientos Alternativos.
- Aunque la escala se desarrolla en principio para edificios nuevos, debe poder extenderse a los edificios existentes si los estudios pertinentes concluyen en la idoneidad de disponer de una escala única para todo el parque edificatorio.

5.1.4. La etiqueta de eficiencia energética

Esta etiqueta está totalmente normalizada y definida.

Muestra un resumen del certificado energético realizado y en ella aparecen principalmente los datos con el tipo de edificio que es y la calificación energética en cuanto al consumo de energía primaria y las emisiones de CO₂.

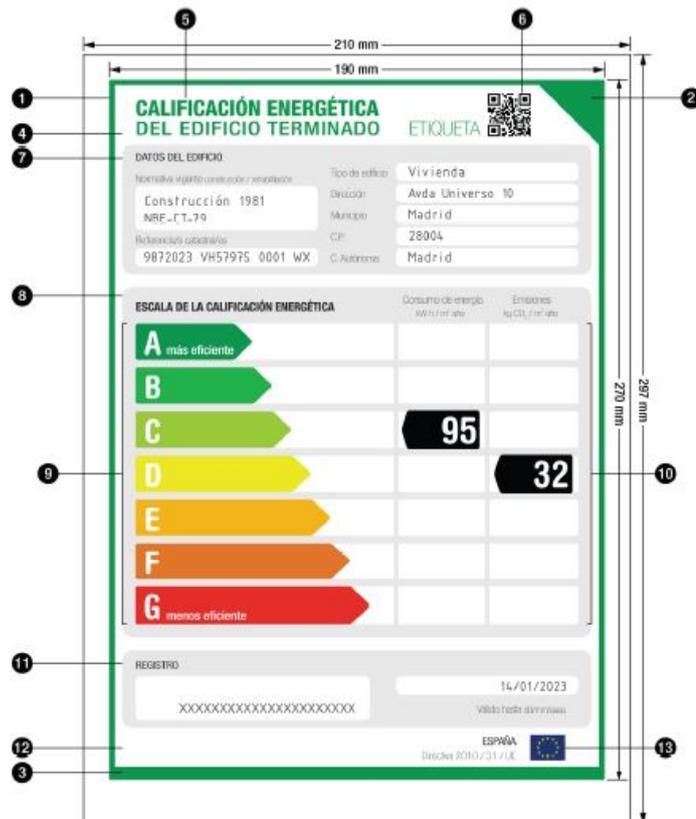


Figura 5. Etiqueta energética

5.2. Passivhaus

El Passive House Institute (PHI), del que hablaremos más adelante, fija unos criterios claros de lo que se entiende bajo el término *Passivhaus* y mediante especialistas se otorga a los edificios el certificado de “Calidad verificada *Passivhaus* DR. Wolfgang Feist” si cumplen los criterios.

Los principales objetivos del certificador son dos: acompaña al proyectista durante la realización del proyecto y garantiza al promotor la implementación correcta de los criterios. Por tanto, obtener el certificado es una manera de asegurar que la obra se ha llevado a cabo de la manera correcta y que se han cumplido los objetivos.

Para obtener el certificado se deben presentar al certificador el Passive House Planning Package o PHPP, planos, estudio de conexiones, puentes térmicos, datos de ventanas y puertas, del equipo de ventilación, del recuperador de calor, los sistemas eléctricos, los sistemas de calefacción y refrigeración y fotografías de las distintas fases de construcción.

6. EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

El estándar *Passivhaus* se basa en las estrategias pasivas que aprovechan el diseño y emplazamiento del edificio para controlar las ganancias de calor y las pérdidas de energía. El interés del estándar reside, precisamente, en su capacidad para simplificar significativamente los sistemas activos de calor y frío, gracias a un estudio exhaustivo por encontrar el diseño pasivo más eficiente y adecuado a cada edificio.

Persigue reducir todo lo posible la demanda energética para conseguir el confort con bajos consumos y es el máximo exponente de entre los métodos constructivos de baja demanda energética. De esta manera disminuimos enormemente el coste de la “hipoteca energética” del edificio, es decir, los gastos económicos inherentes al consumo energético del mismo. Así lo que invertimos en la construcción se ve compensado en el ahorro del consumo energético posterior.

Este tipo de edificios surgieron en Alemania en los años ochenta y el estándar *Passivhaus* se formula oficialmente en 1988, realizando el primer proyecto en 1990 con la construcción de cuatro casas en Darmstadt (Alemania). Más tarde, en 1996 se fundó el *Passive House Institute* (PHI), cuyo principal objetivo era la investigación de la viabilidad económica de este modelo. Hoy en día esta institución es la que lidera la investigación, aplicación, formación y certificación de los edificios pasivos. Además, en cada país se han creado diferentes plataformas con el fin de regular su aplicación en cada territorio. Desde 2008 en España se encarga de ello la Plataforma de Edificación *Passivhaus* (PEP).

- En los **edificios convencionales** tenemos que estar continuamente acondicionando el aire interior. Estas pérdidas de calor son debidas a:
 - Las infiltraciones incontroladas de aire: el aire que tenemos acondicionado en el interior del edificio se nos escapa hacia el exterior en las uniones de distintos elementos, por las instalaciones, juntas deficientes... Este aire que perdemos se sustituye por aire que entra de fuera con las condiciones del exterior y necesitamos volver a aclimatarlo.
 - La alta transmitancia térmica de los cerramientos: esta favorece el intercambio de energía entre el interior y el exterior del edificio, perdiendo así el calor en invierno o ganándolo en verano.
 - Los sistemas de calefacción y refrigeración no son del todo eficientes y generan unas pérdidas que no nos sirven para conseguir el bienestar.

- Al contrario de los edificios convencionales las **edificaciones pasivas** funcionan de la siguiente manera:
- Gracias a la gran hermeticidad de estos edificios solo tenemos unas pequeñas infiltraciones que suponen un caudal de aire muy reducido.
 - El aire interior se mantiene en unas condiciones de confort gracias al excelente aislamiento térmico.
 - Al reducir tanto la demanda energética de calefacción y refrigeración gracias a ese aislamiento térmico, en muchos casos se logra mantener el confort térmico sin ningún sistema tradicional de aporte energético.
 - Las fuentes de calor son el sol y las ganancias internas (ocupantes, electrodomésticos...), y en momentos puntuales puede utilizarse otro pequeño aporte energético.
 - Con el sistema de ventilación mecánica y recuperador de calor de alta eficiencia cedemos la energía del aire acondicionado que expulsamos al aire renovado que introducimos y así mantenemos la temperatura deseada.

6.1. Los 5 principios básicos

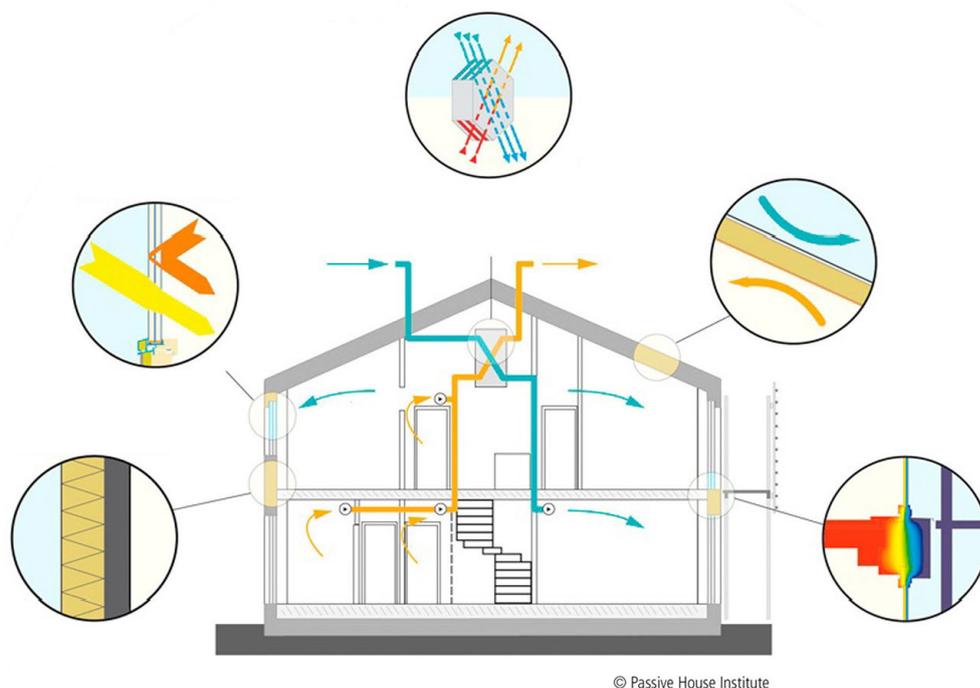


Figura 6. Esquema de los 5 principios básicos de Passivhaus

1) Excelente aislamiento térmico

Con un buen espesor de aislamiento, siempre acorde a las necesidades según el clima, se reducen las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano.

2) Puertas y ventanas de altas prestaciones

Las ventanas son la parte más débil de la envolvente, por ello es imprescindible instalar carpinterías y vidrios de alta calidad para limitar al máximo la fuga de energía por ellas. Suelen emplearse ventanas de triple vidrio, sin embargo, en España pueden emplearse las de doble vidrio más gas argón. Las carpinterías empleadas son de PVC o de madera y aluminio, pero en ningún caso se utilizan únicamente de aluminio. El intercalario es la pieza que separa los vidrios entre sí, se suelen instalar de PVC en vez de metálicos para evitar que se enfríen y aparezcan condensaciones en el perímetro de los vidrios. Las bisagras empleadas se localizan en la cara interior para no interrumpir el aislamiento que va por la parte central del marco.

3) Control de los puentes térmicos

Los puentes térmicos aparecen a causa de la variación de la uniformidad de una construcción, ya sea por un cambio en el espesor del aislamiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos de distinta conductividad... Todo esto conlleva una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos y un aumento del flujo de calor entre el interior y el exterior, ya que el calor toma el camino que menos resistencia supone. Tanto en el diseño como en la construcción de edificios pasivos se controla rigurosamente que estos no se produzcan, o que si se dan que su valor sea mínimo. Siempre se debe asegurar la continuidad del aislamiento y que no se produzcan penetraciones en él.

Un fenómeno relacionado que también se debe evitar es la condensación.

Se considera que no hay puente térmico con valores $\Psi < 0,01 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

4) Hermeticidad

En los edificios convencionales se producen infiltraciones de aire a través de los encuentros entre los diferentes elementos constructivos, por las puertas o las ventanas y en los conductos de paso de las instalaciones. Esto produce que siempre tengamos que estar acondicionando el aire que entra del exterior aportando energía y además que este aire se pierda hacia el exterior. En las casas pasivas se limitan al máximo estas infiltraciones de modo que tengamos un gran control del aire que tenemos dentro del edificio.

5) Ventilación mecánica con recuperación de calor

Al no existir prácticamente infiltraciones de aire tenemos que renovarlo mecánicamente. Esto se hace introduciendo aire del exterior, que pasa por un intercambiador de alta eficiencia que transfiere el calor del aire más caliente al más frío, según si necesitamos dentro del edificio una temperatura mayor o menor que la del exterior. Del mismo modo extraemos aire del interior al exterior. En determinados momentos como pueden ser las noches de verano el sistema puede evitar ese intercambio de energía del aire mediante un by-pass para disminuir un poco la temperatura interior. Este sistema cuenta también con un filtro que atrapa las impurezas del aire. Respecto a su tamaño se puede asemejar al de una lavadora. Es muy importante regular bien estos sistemas para no producir sobrepresiones ni depresiones debido a la posible diferencia entre los caudales de impulsión y extracción.

6.2. Otros criterios de diseño y construcción pasiva

Para lograr los objetivos es tan importante un cuidadoso diseño del proyecto como su ejecución en obra. En ambas fases se tienen en cuenta todos los detalles para conseguir que el edificio se comporte de la manera más parecida posible en la teoría y en la práctica.

La captación de radiación solar es imprescindible en este tipo de edificaciones, puesto que es su fuente de calor. En función de esto se procura que la orientación principal será sur para poder percibir mayor cantidad de radiación solar en invierno y protegerse en verano gracias a la diferencia en el ángulo de incidencia del sol. Las ventanas se colocarán preferentemente en la cara sur, también en la este y oeste, y en menor medida en la norte.

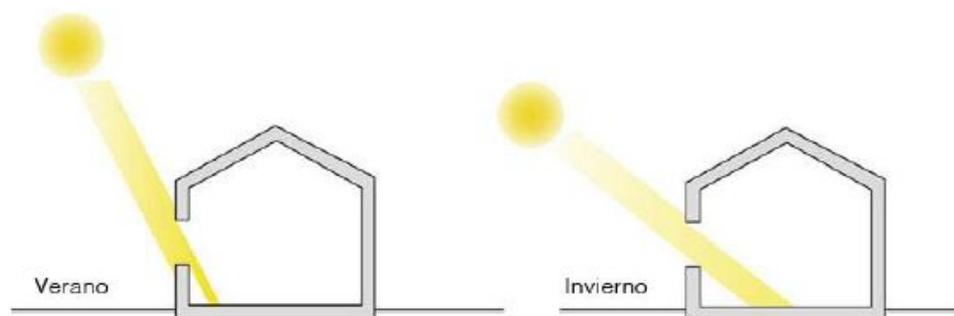


Figura 7. Inclinación del Sol en verano e invierno

La compacidad es la relación entre la superficie de la envolvente y el volumen que encierra. Esto es importante debido a que el flujo energético se produce a través de la envolvente, entonces a mayor superficie mayor flujo. Las formas cúbicas suelen ser las que obtienen los mejores resultados, aunque no por ello se dejan de lado otras arquitecturas, estas edificaciones admiten cualquier tipo de forma.

La protección solar también es un término clave en verano, ya que es tan mala la falta de calor como el exceso. Para conseguirla se puede optar por incluir elementos de sombra en la propia arquitectura del edificio aprovechando la inclinación del sol en verano o instalar elementos tales como protecciones interiores o exteriores que podamos controlar nosotros o un sistema automático. Dentro de estos sistemas lo más adecuado son las protecciones exteriores, debido a que no permiten el paso de la radiación, no como el caso de las interiores.

6.3. Certificación de un edificio Passivhaus

Se distinguen dos tipos de certificación con ligeras diferencias entre ellas: las nuevas construcciones y las reformas. En este trabajo nos centraremos en los edificios de nueva construcción por ser el caso de nuestro edificio de estudio.



Figura 8. Certificado Passivhaus de obra nueva (izquierda) y de reforma (derecha)

Todo edificio que persiga obtener el certificado *Passivhaus* deberá ser aprobado por el *Passive House Institute* y si finalmente el certificador encargado verifica que cumple con los requisitos lo obtendrá.

➤ **El PHPP**

Todos los datos necesarios se introducen en un software llamado *Passive House Planning Package* o PHPP, que no es más que un documento Excel formado por 34 hojas de cálculo que se van rellenando y hacen los cálculos necesarios para la cuantificación de las demandas de calefacción y refrigeración anual y la demanda de energía total entre otras cosas.

Los datos básicos a introducir son:

- Clima
- Superficie de las distintas envolventes
- Composición y transmitancia cada envolvente (muros, suelos, cubiertas)
- Ventanas (dimensiones, orientación, transmitancia de marcos y vidrios, puentes térmicos...).
- Sombras
- Ganancias internas por ocupación, iluminación y electrodomésticos.
- Sistema de ventilación y recuperador de calor y renovaciones de aire
- Instalaciones

➤ **Los requisitos del estándar para edificios de nueva construcción**

Los requisitos que deben cumplir estas edificaciones son los siguientes:

- Demanda energética de calefacción inferior a $15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$
- Demanda energética de refrigeración inferior a $15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$
- Demanda de energía primaria total inferior a $120 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Esto incluye los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, electricidad auxiliar, electricidad general, electrodomésticos...
- Resultado no superior a 0,6 renovaciones/hora del aire interior en un test de presurización llamado *Blower Door* a una presión de 50 Pascales.

No hay más limitaciones en cuanto a la obtención del certificado. De hecho, no hay ninguna restricción en cuanto a materiales a utilizar ni formas de construir, se admite cualquier tipo de arquitectura siempre y cuando se logre alcanzar los requisitos exigidos. Sí que hay una pequeña excepción en cuanto al recuperador de calor, y es que si no se instala uno certificado en el PHPP se deberá reducir su rendimiento un 18% respecto del indicado por el fabricante. Esto es debido a que no se tiene la certeza de que ese valor se haya obtenido en las condiciones que el estándar requiere.

➤ Tipos de certificados de edificios Passivhaus

Este tipo de construcciones también tienen una clasificación interna, existiendo la posibilidad de obtener 3 certificados distintos en función de la demanda global de energía primaria renovable o *Primary Energy Renewable* (PER). Este término relaciona la energía de fuentes renovables aportada y demandada por el edificio. En función de lo que demanden y produzcan los tipos de certificados que se pueden obtener son *Classic*, *Plus* o *Premium*.

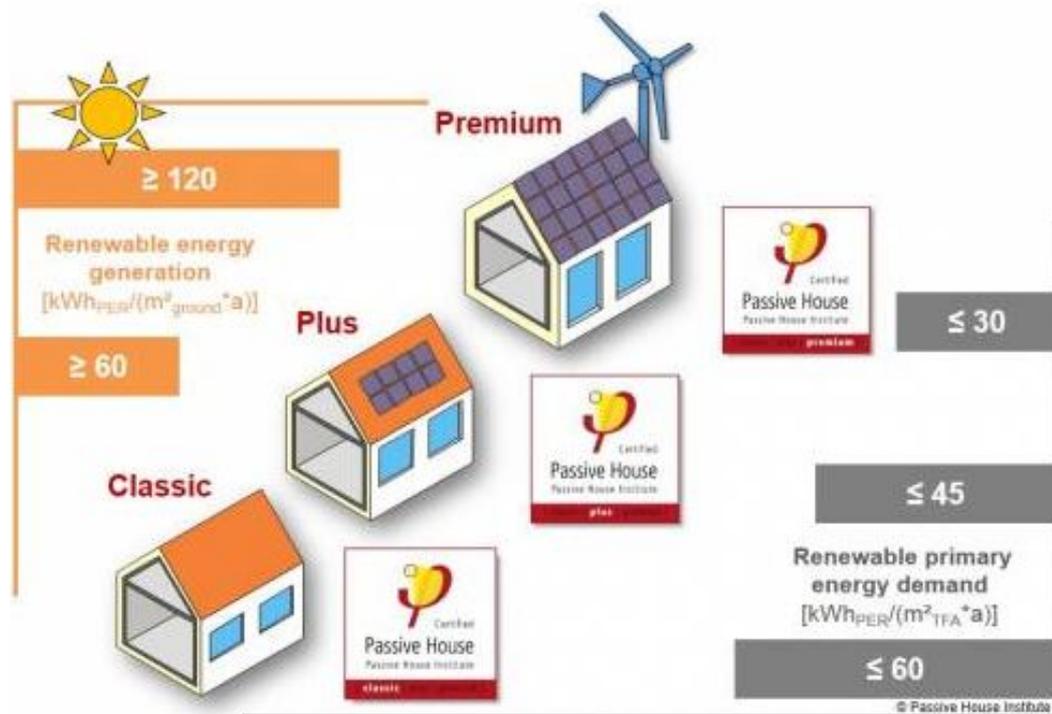


Figura 9. Tipos de certificados de edificios Passivhaus

La energía renovable demanda se calcula aplicando un factor de conversión a la energía final, según el tipo de fuente acorde a la manera en que se ha generado y las pérdidas que haya tenido hasta su consumo.

La que aportamos directamente del sol o del viento es una energía muy eficiente, sin embargo, cuando tenemos que almacenarla para aportarla más adelante se generan pérdidas que hacen aumentar el PER. Esta imagen muestra un esquema de ello:



Figura 10. Esquema de la demanda global de energía primaria renovable (PER)

➤ Tipos de certificados normativos de conocimientos

Se diferencian distintas certificaciones en función de los conocimientos de las exigencias del estándar y la formación de los agentes que intervienen en el proceso de construcción:

- El título de *Passive House Designer* implica una formación académica superior (arquitectos, ingenieros, etc.) y puede obtenerse, o bien aprobando el examen oficial tras asistir a un curso de formación, o bien realizando una obra que cumpla todos los requisitos *Passivhaus* según el PHPP y esté en contacto permanente con una entidad certificadora.
- El título de *Passive House Consultant* implica cualquier otra formación de relación al mundo de la construcción (arquitectos técnicos, ingenieros técnicos, contratistas, etc.) y puede obtenerse del mismo modo que la titulación de *Passive House Designer*.
- El título de *Passive House Tradeperson* no implica ninguna formación específica, aunque está orientado a los técnicos de ejecución que están a pie de obra; y puede obtenerse aprobando el examen oficial tras asistir a un curso de formación.

- El título de *Passive House Certifier* es el más complejo de obtener, puesto que supone un reconocimiento internacional por parte del *Passive House Institute*, para certificar en su nombre.

Todas estas titulaciones son de carácter temporal, por lo que los titulados deben continuar su formación y someterse a nuevos exámenes o bien seguir certificando edificios.

6.4. La envolvente

Uno de los principios del estándar *Passivhaus* es conseguir que los edificios funcionen de forma pasiva (como un termo), conservando el calor o el frío gracias al aislamiento, a diferencia de un edificio convencional en el que se emplean sistemas activos para mantener el calor (como una cafetera).

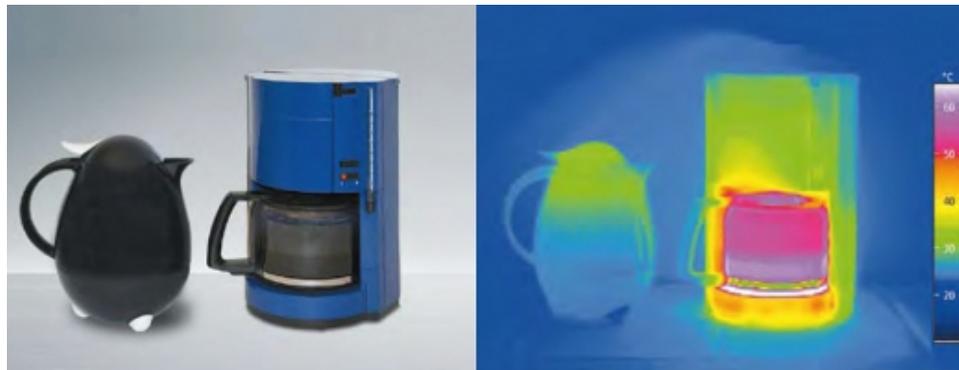


Figura 11. Imagen termográfica comparativa entre un sistema pasivo (termo) y uno activo (cafetera)

Para lograr esto tenemos dos tipos de envolvente: la térmica y la hermética. Ambas tienen que ser continuas (tanto en fachadas como en suelo y cubierta) para que no se produzcan flujos indeseados entre el interior y el exterior. Lo serán si cumplen la “regla del lápiz”, que nos dice que la piel del edificio debe poder ser dibujada sin interrupciones en todas las secciones con un lápiz.

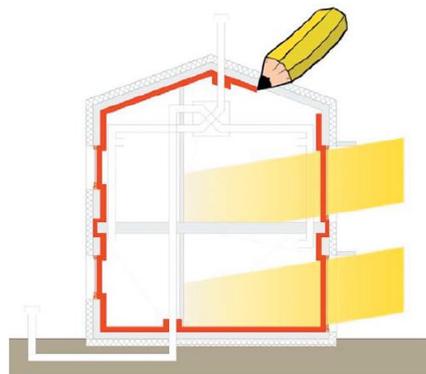


Figura 12. Continuidad de la envolvente con la Regla del lápiz

Desde el exterior hacia el interior el orden de colocación de las diferentes capas de una fachada es el siguiente:

Acabado exterior → Envoltente térmica → Envoltente hermética → Capa para proteger la envoltente hermética → Hueco para las instalaciones → Capa interior

➤ **La envoltente térmica**

El aislamiento de las fachadas se sitúa en la cara exterior del cerramiento debido a que, además de minimizar las pérdidas de calor hacia el exterior a través de la fachada en invierno, minimiza las ganancias hacia el interior en verano y es la solución más efectiva para la resolución de los puentes térmicos.

Para comprobar la continuidad de la envoltente térmica y verificar la ausencia de puentes térmicos se puede usar la termografía, que mediante una cámara especial permite determinar el flujo de calor a través de los cerramientos mediante una escala de colores.

➤ **La envoltente hermética**

Durante el diseño es crucial definir perfectamente la posición de la capa de hermeticidad, evitar romperla en todo momento y minimizar la longitud de sus juntas. A la hora de la ejecución será necesario comprobar que se mantiene su continuidad, definir los materiales de la capa hermética y sus juntas, concretar su ejecución perfectamente mediante unos cuidados detalles y notas, y asegurar la durabilidad del sistema en su totalidad.

La capa hermética se verifica con el ensayo *Blower Door*. En el caso de obtener un resultado desfavorable se pueden emplear técnicas como la aportación de humo por el exterior para poder ver si puede entrar al interior y por donde lo hace.

La hermeticidad se consigue en las fachadas y cubierta mediante una lámina hermética continua gracias a la aplicación de cinta adhesiva también hermética en las uniones y en los agujeros o defectos que pueda tener. Esta lámina suele ir pegada a tableros de cartón yeso o madera, que también presentan buenas propiedades de estanqueidad al aire.

El hormigón se considera hermético, por lo que en el suelo solo será necesario recubrir su unión con la fachada en la capa hermética. Esto por su sencillez de aplicación se suele hacer mediante una pintura *blowerproof* que se aplica en forma líquida con pistola y al secar queda una lámina de una especie de plástico.

El paso de instalaciones que entren al interior o salgan al exterior atravesando la capa hermética deben aislarse tanto por fuera en el punto donde atraviesen la hermeticidad como en su interior en el caso de macarrón eléctrico con cinta donde salga el cable o mediante cajas herméticas en el punto que acabe dicho macarrón...

6.5. Blower Door test

Para obtener el certificado *Passivhaus* un profesional independiente debe realizar el ensayo *Blower Door*. Este test se lleva a cabo sustituyendo una puerta que dé al exterior por un sistema estanco que se adapta al marco de la misma formado principalmente por una tela hermética, un ventilador, una sonda para el exterior y su mando de control.



Figura 13. Esquema del Blower Door test

El mismo ventilador se utiliza para realizar ensayos en distintos edificios de distinto volumen, por lo que tiene unos discos desmontables llamados diafragmas que adaptan la sección de paso de aire a las necesidades de cada uno (desde el disco con menor apertura A hasta, normalmente, en disco E). Una vez tenemos los conductos de ventilación, lavabos, inodoros y acometidas herméticamente selladas; el ventilador instalado se hace funcionar a un régimen de giro constante y el control va indicando al operario si tiene que poner o quitar algún diafragma. Después se procede a la presurización y una vez concluida esta se realiza la despresurización.

El software crea una gráfica cogiendo valores de caudal en m^3/h a distintas presiones (30, 40, 50, 60, 70 Pascales), así crea una recta aproximada para cada test y coge el valor de cada recta que se da a 50 Pascales. De estos dos valores nos quedamos con el mayor (que suele ser el de presurización) y lo multiplicamos por el volumen interior del edificio en m^3 , resultando así las renovaciones/hora por infiltraciones a 50 Pascales. Este valor no debe superar el 0,6 en ningún caso.

Este test se suele realizar una vez finalizada la capa de hermeticidad. Si supera el test se continua la obra y esta capa se puede ocultar, sino se deberá comprobar dónde se producen las infiltraciones y arreglarlo. El objetivo en ese momento es el de asegurar que la envolvente hermética es efectiva y que no vamos a tener que acceder a ella más adelante, cuando la instalación del resto de materiales de la envolvente nos lo dificulte enormemente.

Una vez finalizada la obra se realiza de nuevo. Este resultado suele ser un poco menos favorable que el anterior, ya que ahora tenemos colocadas las instalaciones del timbre y el cableado hacia el exterior que atraviesan la capa hermética.

6.6. El confort

Uno de los valores de este método constructivo es el confort interior que se consigue.

- Se trata de edificios confortablemente cálidos en invierno y agradablemente frescos en verano. El confort térmico es algo subjetivo y depende de muchos factores como el metabolismo, la vestimenta, la actividad... Con todo ello el RITE marca unas condiciones interiores de diseño en la IT-1.1.4.1.2.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Figura 14. Condiciones interiores de diseño. RITE

- En su mayoría son edificios que se regulan de forma autónoma mediante sensores de temperatura, CO_2 , radiación... Por tanto, no requieren que el usuario tenga que estar pendiente del control de ningún sistema, aportando una gran comodidad.
- La hermeticidad consigue que no se creen corrientes de aire que puedan resultar molestas o hacer que disminuya la sensación térmica.

- La capa hermética también actúa como aislante acústico, consiguiéndose eliminar los ruidos del exterior. Además, el sistema de ventilación con conductos independientes que van desde el recuperador hasta cada una de las aperturas contribuye a ese aislamiento acústico ya que al no compartir un conducto distintas estancias no se permite el paso del sonido entre ellas.
- Los niveles de CO₂ pueden ser controlados o no, pero simplemente por tener instalado el sistema de ventilación mecánica se consiguen unos valores mucho más bajos que en los edificios convencionales.

Los efectos sobre el cuerpo humano según la concentración de CO₂ en un ambiente interior son:

Hasta 900 ppm: nivel aceptable de concentración en interiores.

900→1500 ppm: nuestras capacidades empiezan a verse afectadas.

1500→2000 ppm: síntomas de fatiga y reducción de la concentración.

2000→5000 ppm: dolores de cabeza.

5000→15000 ppm: náuseas y aumento del ritmo cardiaco.

15000→40000 ppm: dificultades respiratorias.

A partir de 40000 ppm: posible pérdida de la consciencia.

El DB-HS3-Apartado 2 establece que es necesario que la ventilación en viviendas sea suficiente como para que la concentración media de CO₂ sea menor de 900 ppm; y para edificios no residenciales el RITE establece la siguiente clasificación:

Categoría	ppm (*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

Figura 15. Clasificación según la concentración de CO₂ en edificios terciarios. RITE

- El filtro recoge todas las impurezas que lleva el aire consigo, con lo que en estas casas no se crea polvo ni se introduce polen ni ninguna otra partícula indeseada.

- La sensación térmica no solo depende de las corrientes y de la temperatura del aire, también la de las paredes, las ventanas y el suelo. En estos edificios el aislamiento evita que tanto las paredes como el suelo estén fríos y las ventanas al ser de una calidad muy alta consiguen mantener una buena temperatura en su superficie interior. Así conseguimos que la temperatura operativa interior sea mayor y además que sea igual en toda la sala y no más alta alrededor de un foco de calor y más baja al alejarnos.

6.7. Certificación de componentes Passivhaus

El *Passive House Institute* ha establecido la certificación de componentes para poder definir los estándares de calidad, facilitar la disponibilidad de productos con alta eficiencia y promover su expansión, además de proveer valores característicos y fiables para ser utilizados por proyectistas y propietarios para su introducción en el PHPP. Una vez certificado un componente se ingresa en una base de datos en la que aparecerán todos los datos necesarios para el PHPP y se podrá introducir fácilmente en este. Esto no quiere decir que para obtener un edificio certificado necesitemos emplear componentes certificados, esto no es obligatorio en ningún caso. Es posible acceder a la base de datos de componentes del *Passive House Institute* que recoge todos los componentes certificados.

Los componentes se certifican para las zonas climáticas que sean favorables. Se distinguen 7 tipos de clima: polar, frío, frío-templado, cálido-templado, cálido, caluroso y muy caluroso. En el caso de España podemos aplicar el clima cálido o cálido-templado según dónde nos encontremos, este dato lo proporciona el PHPP automáticamente cuando seleccionamos de un desplegable en la hoja “Clima” la provincia en la que se encuentra el edificio. A Burgos le corresponde un clima cálido-templado.

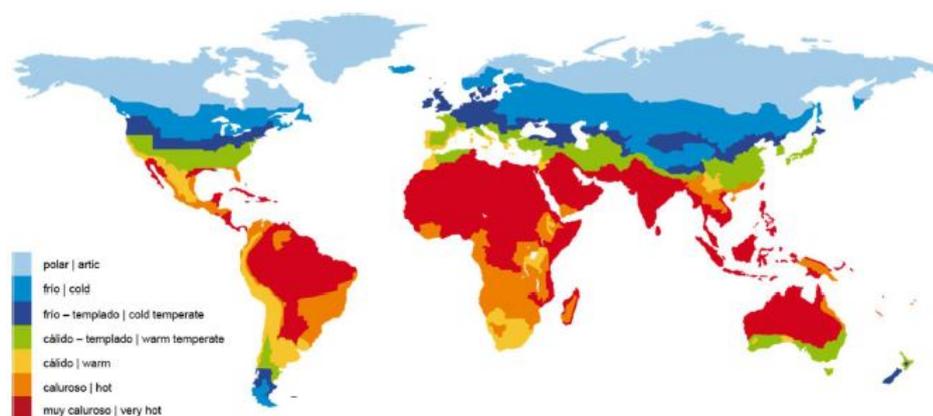


Figura 16. Mapa de las zonas climáticas Passivhaus

Los criterios mínimos que deben cumplir los componentes de los edificios pasivos son los recogido en la siguiente tabla en función del clima:

Zona climática	Criterio de higiene	Criterio de confort	Criterios de eficiencia		
			Valor-U del componente exterior del edificio $U_{opaco} * f_{PH}^2 \leq$	Detalles estrictamente opacos $f_{Rsi=0.25 m^2K/W} \geq^3$	Ausencia de puentes térmicos $\Psi_a \leq^4$
	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]	[W/(mK)]
1 Polar	0.80	0.45 (0.35)	0.09	0.90	0.01
2 Frío	0.75	0.65 (0.52)	0.12	0.88	
3 Frío-templado	0.70	0.85 (0.70)	0.15	0.86	
4 Cálido-templado	0.65	1.05 (0.90)	0.30	0.82	
5 Cálido	0.55	1.25 (1.10)	0.50	0.74	
6 Caluroso	Ninguno	1.25 (1.10)	0.50	0.74	
7 Muy caluroso	Ninguno	1.05 (0.90)	0.25	0.82	

1 aplica para ventanas verticales con un tamaño de prueba de 1.23x1.48m. Los criterios para otros componentes transparentes del edificio pueden ser tomados de los criterios de certificación pertinentes. El valor entre paréntesis se refiere al valor del acristalamiento.
2 $f_{R, PH}$ - Factor de reducción: siempre 1; excepto en áreas en contacto con el terreno y hacia un sótano sin calefacción en las zonas climáticas 1-4: 0.6.
3 $f_{Rsi=0.25 m^2K/W} \geq$ ver Sección 3.8
4 coeficiente de pérdidas por puentes térmicos basado en dimensiones y longitudes exteriores. Construcciones específicas como esquinas interiores están exentas de este criterio.

Figura 17. Criterios para certificar componentes Passivhaus

Siempre que se refiere al componente instalado quiere decir que el valor de transmitancia térmica ha sido mayorado debido a las pérdidas de calor adicionales que resultan del puente térmico por la instalación. Es una forma de asegurar que con los resultados logrados estamos cumpliendo con los valores exigidos.

Podemos hacer una comparación con las exigencias mínimas del CTE en el DB-HE1-Tabla 2.3: Burgos sería la zona E, la que tiene unos criterios más exigentes, sin embargo, los valores permitidos son casi el doble que los máximos del estándar *Passivhaus* (1,05 W/m²·K del *passiv* sobre 2,5 W/m²·K del CTE para ventanas, y 0,3 W/m²·K sobre 0,55 W/m²·K en muros).

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

Figura 18. Criterios para cerramientos CTE

7. CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO FUTURA

El edificio que vamos a estudiar para llevar a cabo la comparativa del estándar *Passivhaus* con el Código Técnico es el Espacio Futura de Veka Ibérica, construido en 2018.



Figura 19. Edificio Espacio Futura. Fotografía

Para familiarizarme con el edificio y con el programa lo modelo en SketchUp:



Figura 20. Edificio Espacio Futura. SketchUp

7.1. Localización

El edificio Espacio Futura está situado en la ciudad de Burgos, en la Calle López Bravo, 58, CP 09001.

Se encuentra emplazado dentro del recinto de VEKA Ibérica y a su vez al sur de la fábrica propiamente dicha y al oeste del edificio de oficinas.

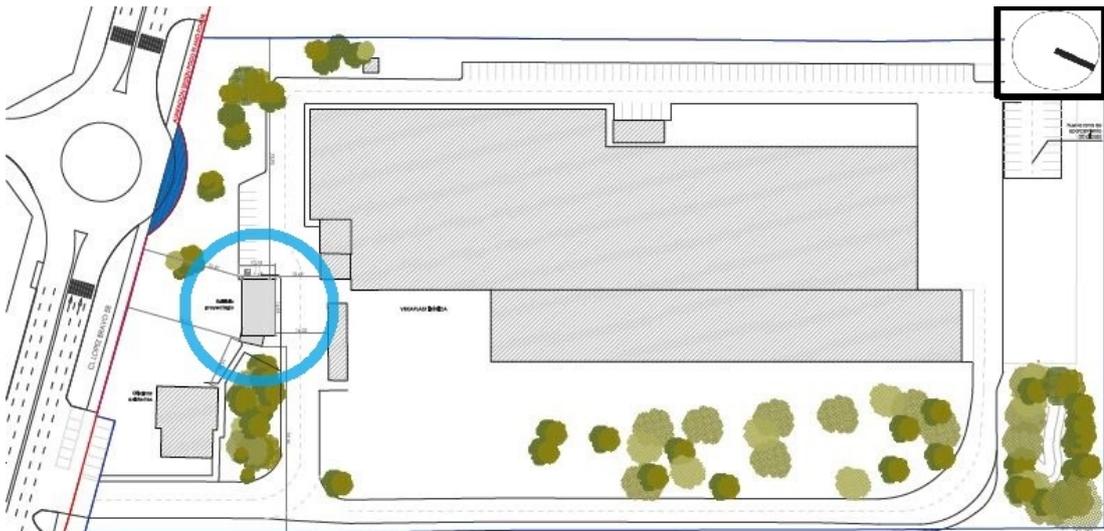


Figura 21. Localización de Veka y el Espacio Futura

7.2. Superficie y disposición

El Espacio Futura está formado por una sala principal rectangular que contiene la sala de formación y un acceso cubierto y por un bloque insertado en su parte este que alberga los aseos, otra salita descrita como office y el vestíbulo. Ambos tienen una entrada desde el exterior y están comunicados entre sí.

La solera del edificio tiene una superficie de 156,47 m². La superficie útil o habitable total es de 141,25 m². La altura interior de la sala principal es de 4,85 m y la del bloque pequeño de 2,7 m y 2,77 en el vestíbulo. El bloque pequeño está girado unos 13° respecto del principal y se introduce en el espacio principal 3,89 m en su fachada sureste y 5,98 m en la este.



Figura 22. Disposición del Espacio Futura

7.3. Uso y ocupación

El Espacio Futura es un lugar polivalente destinado a impartir formaciones relacionadas con el sector y a realizar exposiciones de los productos que la empresa fabrica.

La ocupación estimada de este edificio es de 16 personas, pero esto no es una cifra real, ya que hay momentos en los que el edificio se encuentra vacío y otros en los que llegan grupos de más o menos personas. Simplemente utilizaremos este valor de cara a los cálculos relacionados con la densidad de ocupación.

7.4. Orientación

Tenemos el edificio orientado principalmente al sur, como el estándar recomienda. Para aprovechar al máximo el Sol dispone de un muro cortina tanto en la fachada sureste como en la este. La noroeste y la suroeste son opacas completamente. El bloque pequeño, al estar girado, tiene las orientaciones norte, sur, este y oeste (siguiendo el criterio del CTE explicado más adelante en el apartado del CE3X). Este tiene cristalera en su fachada sur y en la puerta este.

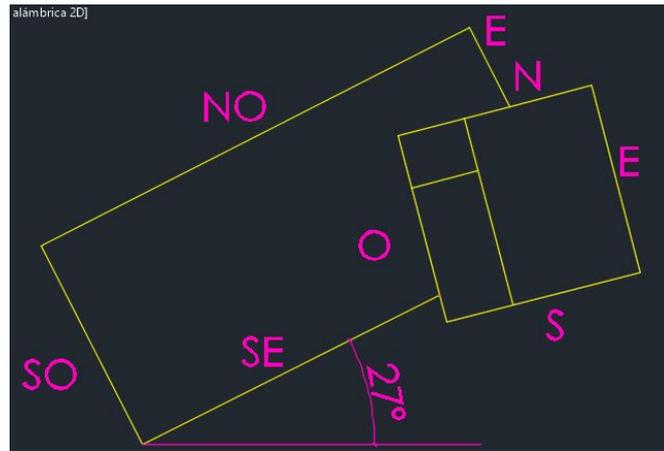


Figura 23. Orientaciones Espacio Futura

7.5. Elementos constructivos

En los planos tenemos cortes de los cerramientos y unas referencias que nos indican los materiales de los que se compone el edificio, sin embargo, en el PHPP solo se introducen los materiales desde la envolvente térmica hacia el interior. Además, para introducirlos se ha realizado una ponderación para asimilar las características de las distintas secciones que componen un mismo cerramiento a una sola: si tenemos, por ejemplo, dos vigas y aislante entre ellas lo que se hace es calcular la transmitancia del conjunto con la transmitancia de cada elemento por su longitud:

$$\lambda_{conjunto} = \frac{\lambda_{viga} \cdot L_{viga} + \lambda_{aislante} \cdot L_{aislante}}{L_{viga} + L_{aislante}}$$

Nosotros trabajaremos con los valores del PHPP y además añadiremos la capa exterior de cada cerramiento.

➤ Cimentación y suelo

Tenemos una cimentación formada por hormigón armado con redondos de Ø12 mm tanto en la parte superior como inferior separados 30 cm y con un espesor de hormigón de 0,35 m. Las preparaciones de las columnas constan de cuatro redondos en esquina de Ø12 mm y unos cercos que los rodean de Ø6 mm a 20 cm de separación. Con el uso de solo dos diámetros distintos se facilita mucho el trabajo de interpretación, fabricación y colocación.

El hormigón utilizado es el HA-25/B/30/IIa (Hormigón armado de 25N/mm² de resistencia / de consistencia blanda / tamaño máximo del árido de 30 mm / ambiente normal con humedad alta). Y el acero B 500 S, lo que quiere decir que es de doble corrugación y su distribución es distinta por cada lado del redondo y que su límite elástico es de 500 N/mm².

Desde el terreno hacia el interior del edificio las capas que tenemos son: una capa de grava de 200 mm sobre el terreno compactado (38), una lámina de polietileno (37), un hormigón de limpieza HM-20 de 100 mm (36), un aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 200 mm (35), la solera de hormigón que hemos descrito (34) y finalmente el suelo que pisamos es de madera laminada (41).

El suelo que pisamos tiene una gran inercia térmica. La losa de hormigón acumula calor cuando hay un exceso y lo disipa cuando disminuye, aportando una agradable sensación térmica en los pies.

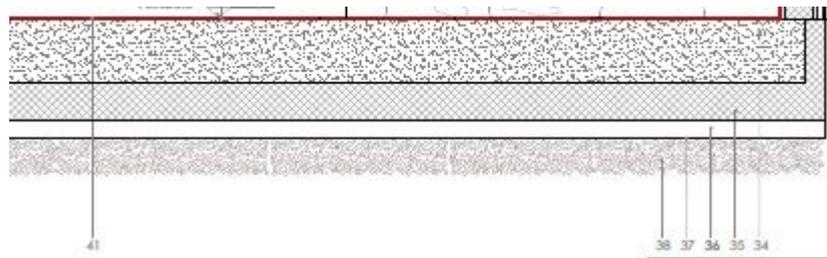


Figura 24. Capas de la solera

➤ Cubierta

Las cubierta superior, de fuera hacia dentro, se compone de una capa de 45 mm de mortero M-80 con armadura de fibra de vidrio (1), después una lámina impermeabilizante de EPDM (2), tras esta un aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 80 mm (3), un panel técnico de OSB de 22 mm (4), una estructura de madera en cubierta de 220 mm (5), aislamiento de lana de roca de 160 mm entre la estructura de madera (6), otro panel OSB de 22 mm (7), rastreles de madera de pino de 40x30 mm (8) y un falso techo formado por una placa de yeso de 15 mm (9). En el interior se dispone de una placa acústica formada por viruta de madera ligada con magnesita de 25 mm de espesor montada con tornillos sobre perfilera metálica o listones de madera (10).

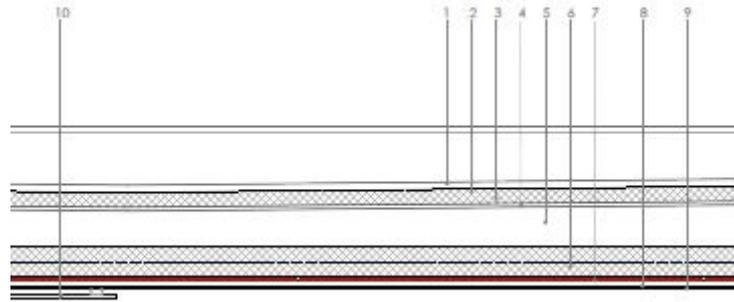


Figura 25. Capas de la cubierta superior

La cubierta inferior tiene alguna diferencia, se compone de después una lámina impermeabilizante de EPDM (20), un panel técnico de OSB de 22 mm (21), una estructura de madera en cubierta de 420 mm (22), aislamiento de lana de roca de 160 mm entre la estructura de madera (23), otro panel OSB de 22 mm (24), rastreles de madera de pino de 40x30 mm (25) y un falso techo formado por una placa de yeso de 15 mm (26).

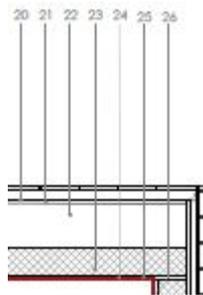


Figura 26. Capas de la cubierta inferior

Tenemos las bajantes pluviales en la cubierta superior (32) localizadas en las esquinas de la fachada norte con una pendiente de un 1% y en la inferior una única en la esquina sur este.

➤ Muros

El muro exterior opaco de la sala de formación está formado por un acabado exterior SATE de mortero acrílico blanco de 10-15 mm (13), un aislamiento de poliestireno expandido (EPS) de 80 mm (14), un panel técnico OSB de 22 mm (15), una estructura de entramado ligero de madera de 150 mm (16), otro panel técnico OSB de 22 mm (17), aislamiento de lana de roca de 30 mm entre los rastreles de madera de pino de 40x30 mm (18) y una doble placa de cartón yeso de 13+13 mm (19).

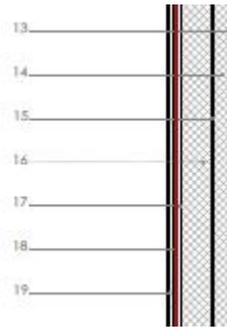


Figura 27. Capas del muro exterior de la sala de formación

El muro exterior del cubo menor se compone de un entablado de madera de 17 mm (27), rastrel de pino de 40x30 mm con una cámara de aire de 3 mm (28), un panel técnico OSB de 22 mm (29), una estructura de entramado ligero de madera de 150 mm (30), otro panel OSB de 22 mm (31), de nuevo un rastrel de pino de 40x30 mm con cámara de aire de 3 mm (32), placa doble de cartón yeso de 13+13 mm (33).

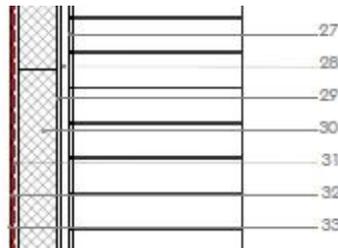


Figura 28. Capas del muro exterior del cubo menor

Los muros cortina se componen de una cobertura de PVC de 15 mm, una estructura secundaria para el anclaje de las carpinterías (31), los propios pilares de madera laminada GL24 de 140x200 mm (30) y una lámina de poliestireno expandido (EPS) de 15 mm. Las carpinterías son de la línea Softline82 de Veka de PVC de color gris grafito, triple acristalamiento y doble cámara con gas argón (29).

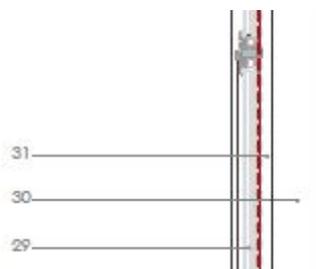


Figura 29. Capas del muro cortina

En cuanto a las particiones interiores tenemos un entablado de madera de 17 mm más un rastrel también de madera de 50x50 mm relleno de aislamiento de lana de roca de 50 mm con distintos acabados según la zona.

➤ Ventanas

En las ventanas se producen pérdidas por dos caminos: la transmitancia térmica y la permeabilidad, para evitarlas en este edificio se trabaja con componentes de altas prestaciones.

La carpintería instalada pertenece a la línea Softline 82 de Veka. Estos componentes están certificados por el *Passive House Institute* para el clima cálido-templado.

Se trata de una carpintería de PVC de 82 milímetros de profundidad (a más profundidad conseguiremos una menor transmitancia térmica).

Dispone de aislamiento multicámara con 7 y 6 cámaras (el número de cámaras se cuenta en la dirección del flujo térmico y pueden ser de igual o distinto número en cada parte del marco).

Consta también de un sistema de triple junta. Entre la exterior y la central tenemos una cámara húmeda y ventilada; entre la central y la interior tenemos una cámara seca y hermética.

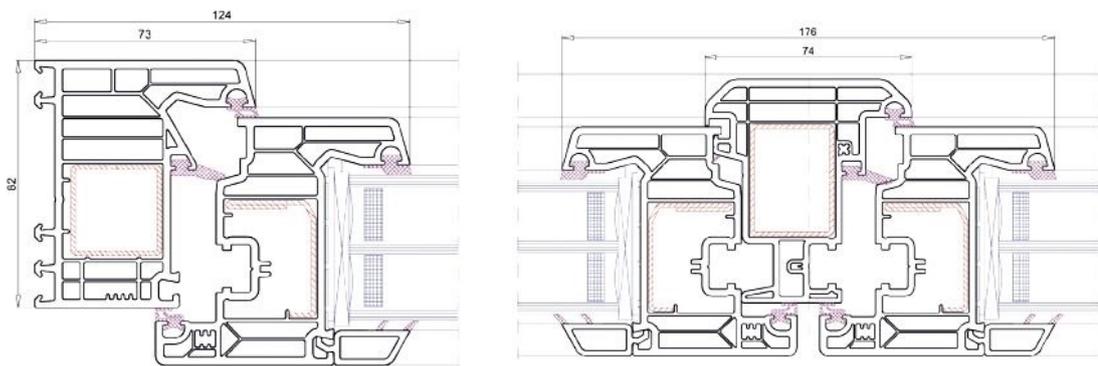


Figura 30. Sección de las carpinterías Softline 82 de Veka

Los resultados arrojados por los ensayos a los que han sido sometidos estos perfiles son:

Permeabilidad al aire por encima de la clase 4 con $\mu < 1 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$, con lo cual no tendremos en ella un flujo incontrolado de aire.

Estanquidad al agua por encima de la clase E900, lo que significa que no tendremos infiltraciones de agua.

Resistencia al viento por encima de la clase C5. Esto se consigue gracias al refuerzo interior de acero, que aporta unas excelentes propiedades mecánicas.

La transmitancia del marco U_f es de $1,03 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, unas tres veces más baja que los perfiles de aluminio.

La del vidrio U_g es de $0,52 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Finalmente el de la ventana instalada U_w varía entre los $0,72 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y los $1,11 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Las condensaciones en las ventanas se producen cuando en el exterior tenemos una temperatura baja y en el interior una más alta. La humedad del aire también es más alta en el interior porque el aire caliente es capaz de retener más cantidad de agua que el frío. Lo que ocurre cuando este aire se acerca a la ventana es que disminuye su temperatura y pierde parte de esa capacidad de retener agua, con lo que tiene que desprenderse de ella, y esta agua es la que se deposita en las superficies de las ventanas. Podemos evitar esto con una adecuada ventilación que deje salir el aire húmedo al exterior. En las casas pasivas la ventilación mecánica se encarga de ello, y además las altas prestaciones de las ventanas evitan que la temperatura superficial de estas sea demasiado baja como para llegar a la temperatura de rocío. Otro punto fuerte que tienen respecto a esto es que evitan las condensaciones en los bordes de los cristales gracias al intercalario de PVC que llevan instalado. Esta pieza es la que separa cada uno de los cristales que forman la ventana. En la mayoría de los casos se utilizan de metal, con lo que se pueden enfriar y provocar la condensación del agua en sus proximidades.

7.6. Electricidad

El edificio posee una acometida a la red eléctrica, un cuadro general y una caja de medida e instalaciones de enlace, ya que la instalación eléctrica parte de un cuadro secundario. El suministro es de baja tensión a 230 V.

Respecto a la iluminación tenemos varios sistemas para iluminar el exterior, el vestíbulo, la sala principal y los aseos. También existe iluminación de emergencia. Otros elementos consumidores son las ventanas abatibles, el accionamiento de los estores, el equipo de domótica y los Split.

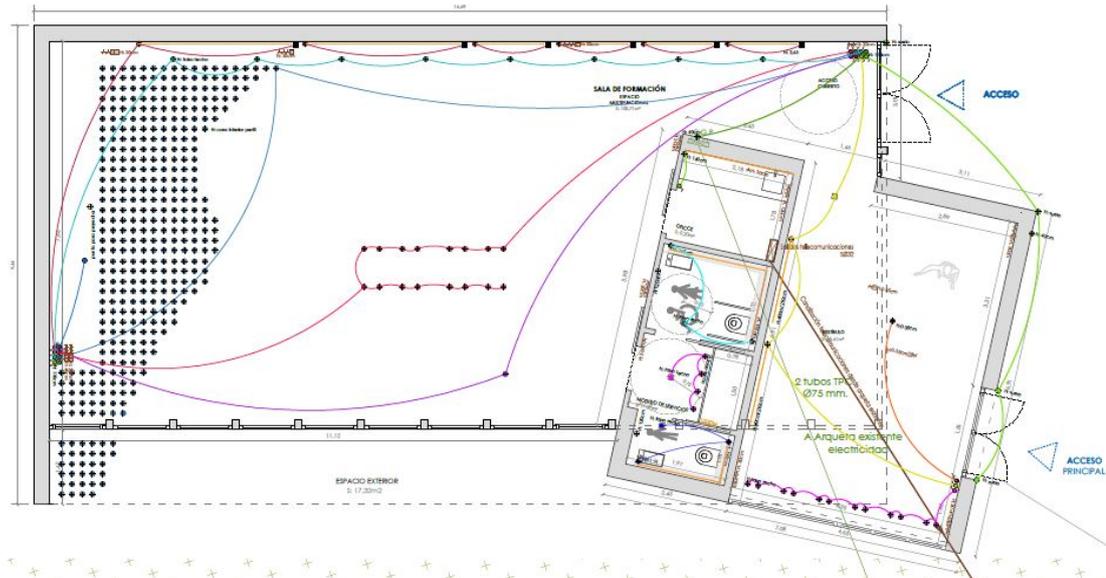


Figura 31. Plano de electricidad, iluminación y telecomunicaciones

7.7. Ventilación mecánica con recuperador de calor

Contamos con un sistema de ventilación mecánica controlada, con recuperador de calor, distribución en estrella, respetando velocidades máximas inferiores a 2.1 m/s.

Tendremos aberturas de admisión en los locales secos (sala de formación y vestíbulo). Las de extracción las localizamos en los locales húmedos (aseos y office) y además también en el vestíbulo. Los conductos por el interior se distribuyen sobre el falso techo.

El recuperador de calor se ubica en un espacio del módulo de los aseos destinado a ello. Los conductos de admisión y extracción comunican con el exterior a través de las paredes del cubo pequeño, el conducto de admisión en la fachada sur y el de extracción en la oeste.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CAUDALES DE AIRE				
Rejillas	Cantidad de tubos por boca	Nombre de la habitación	Caudal por habitación (m ³ /h)	
			V impulsión	V extracción
1	3	Sala principal	98	
2	2	Sala principal	65	
3	2	Sala principal	65	
4	3	Sala principal	98	
5	3	Techo aseos		98
6	1	Techo aseos		33
7	1	Techo aseos		33
8	1	Techo aseos		33
9	2	Office		65
10	1	Aseo hombres		33
11	1	Aseo mujeres		33
12	2	Implusión Vestíbulo	65	
13	2	Extracción Vestíbulo		65
			CAUDAL TOTAL (m ³ /h)	
			391	391

Tabla 1. Rejillas de admisión y extracción de la ventilación

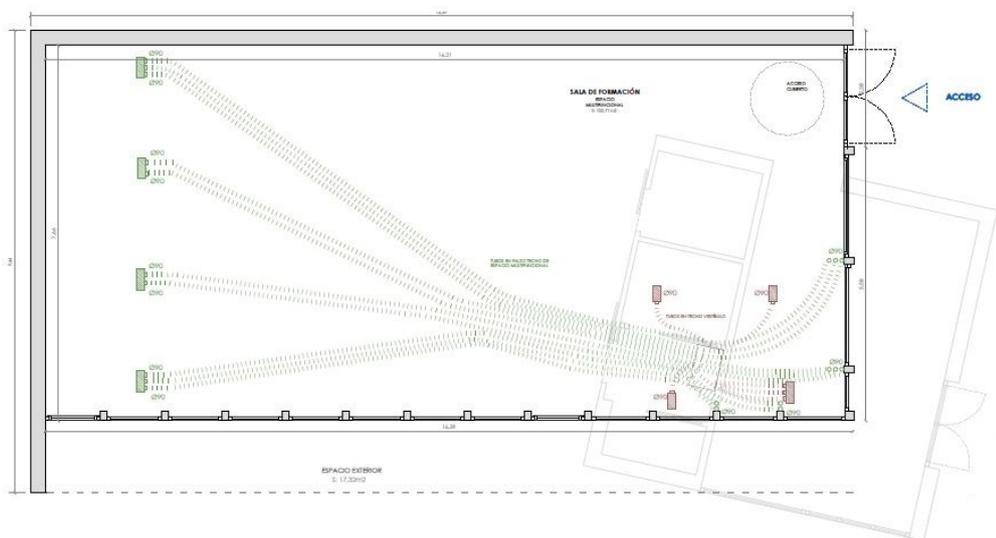


Figura 32. Plano de ventilación sala principal y vestíbulo



Figura 33. Plano de ventilación aseos y office

7.8. Calefacción y refrigeración adicional

Tenemos unos splits con función de calefacción y refrigeración que sirven de apoyo al sistema de ventilación.

Para el vestíbulo contamos con un equipo MUPR-12-H6 situado en la pared norte del mismo.

Del resto del edificio se encargan dos unidades MUEX-18-H6.2 colocadas en la pared suroeste.

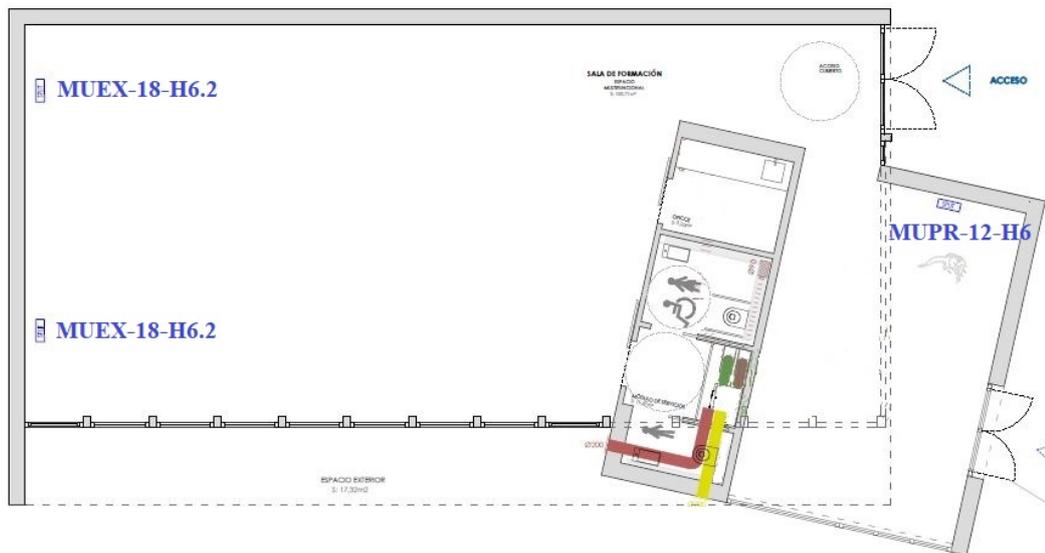


Figura 34. Plano de situación de los splits

7.9. Agua

La instalación de evacuación se separa en aguas residuales y pluviales, y cada una va a una red de alcantarillado pública distinta. Las arquetas y los colectores son enterrados.

El agua caliente sanitaria (ACS) no dispone de depósito, sino que se calienta directamente cuando se necesita con electricidad.

La instalación de fontanería y los elementos que la componen son los siguientes:

2 Aseos con lavabo e inodoro

1 Office con un grifo aislado

Acometida (llave de toma + tubo de alimentación + llave de corte). Existente.

Llave de corte general (Existente)

Filtro de la instalación (Existente)

Contador en armario o en arqueta (Existente)

Llave de paso

Grifo o racor de prueba

Válvula de retención

Llave de salida

Tubo de alimentación

Instalación particular interior formada por: llave de paso, derivaciones de agua fría, ramales de enlace de agua fría y punto de consumo

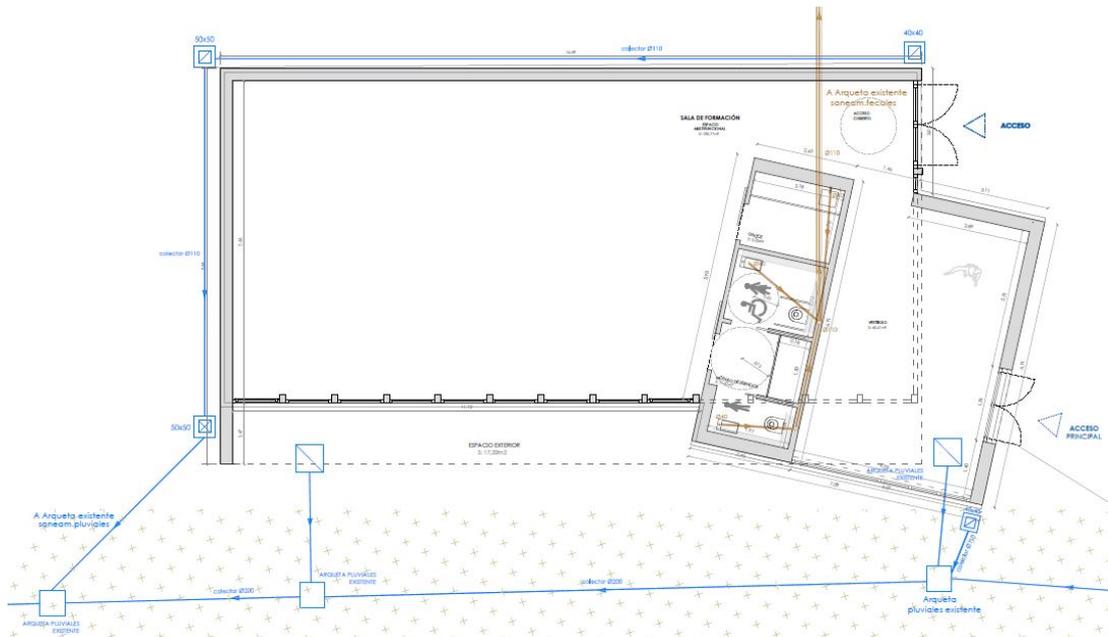


Figura 35. Plano de saneamiento

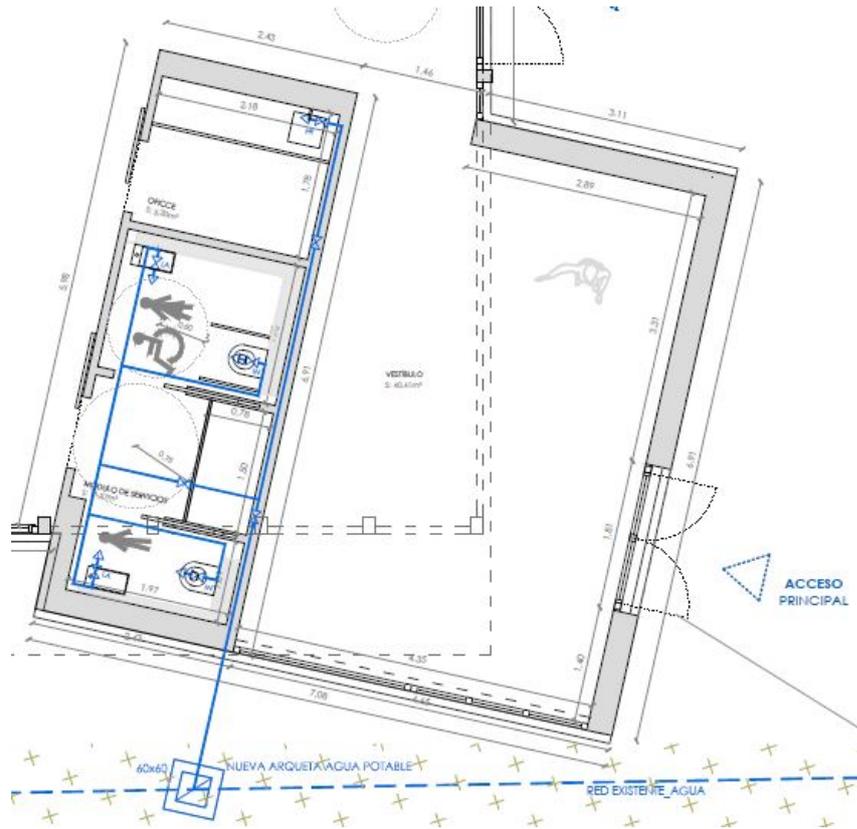


Figura 36. Plano de fontanería

7.10. Sombras

Disponemos de estores en todas las ventanas orientadas al sur en ambos bloques. Estos funcionan de forma autónoma y se bajan cuando los sensores captan que con la radiación que hay el edificio se va a calentar y si no hay un viento excesivo, que podría dañarlos.

Tenemos un voladizo en toda la fachada grande sureste y uno menor en la este. Este lo analizaremos con más detalle después.

La puerta de la fachada sur tiene un retranqueo.

El bloque pequeño hace sombra a la ventana 9 por las mañanas, y el alero oeste la crea sobre la ventana 1 por las tardes.

El edificio de oficinas, situado al sureste, crea cierta sombra a primera hora de la mañana sobre las fachadas este y sureste.

7.11. Puentes térmicos

En la intersección de los muros con la cubierta tenemos un puente térmico de $0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ cuya longitud es la de la intersección de los muros con la cubierta.

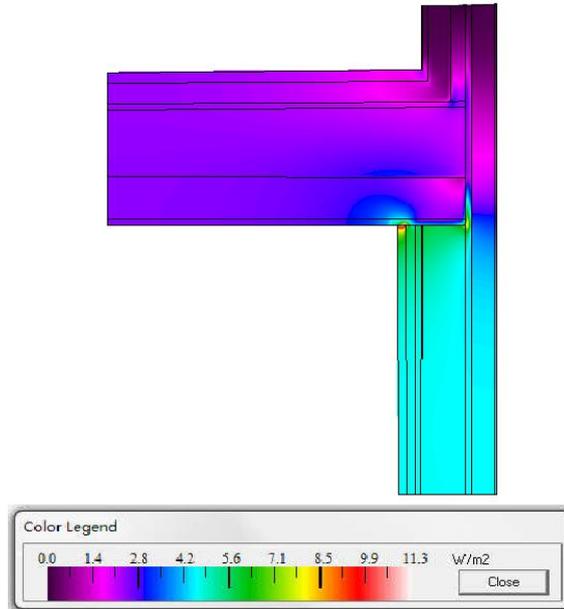


Figura 37. Imagen termográfica del puente térmico del muro cortina con la cubierta

En la unión de la fachada con la solera en el perímetro del edificio también tenemos uno más pequeño de valor $-0,007 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, que podría ser despreciado ya que es menor de $0,01 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, pero ya que tenemos el estudio lo tendremos en cuenta. La longitud será 57 m.

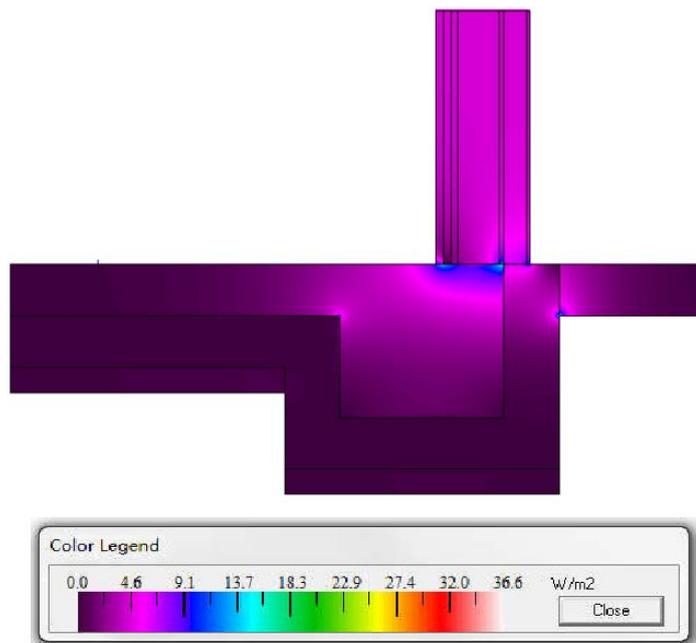


Figura 38. Imagen termográfica del puente térmico de la fachada con la solera

En el contacto de las ventanas con las fachadas también aparece un puente térmico de $0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Este puente se da en lo que es el perímetro de los huecos de albañilería.

7.12. Envoltente térmica

Los aislantes utilizados en la envoltente térmica son: poliestireno extruido (XPS) de 80 mm, lana de roca de 160 mm y 30 mm y poliestireno expandido (EPS) de 15 mm.

En la solera tenemos no tenemos lana, pero sí una capa de poliestireno extruido de 200 mm de espesor.

7.13. Envoltente hermética

En los planos la línea de hermeticidad aparece dibujada con una línea roja discontinua. Esta capa se encuentra dentro de la envoltente térmica y está formada por panel técnico OSB recubierto por una lámina impermeable en las cubiertas y fachadas, las carpinterías de PVC y vidrios en las ventanas y la solera de hormigón en el suelo.

La continuidad de esta capa se consigue mediante el encintado con cinta adhesiva acrílica modificada con incrustaciones de hilo de papel de fibra sintética en todos los puntos en los que existan discontinuidades (uniones de la lámina impermeable y defectos que pueda tener).



Figura 39. Envoltente hermética del Espacio Futura

Además, los conductos de las instalaciones y cualquier elemento que atraviese la capa también se sella herméticamente con cinta.



Figura 40. Detalle de la hermeticidad de los conductos de instalaciones y los defectos

Los resultados arrojados por el ensayo *Blower Door*, realizado con la obra acabada y teniendo en cuenta que el volumen del edificio son $632,55 \text{ m}^3$, son los siguientes:

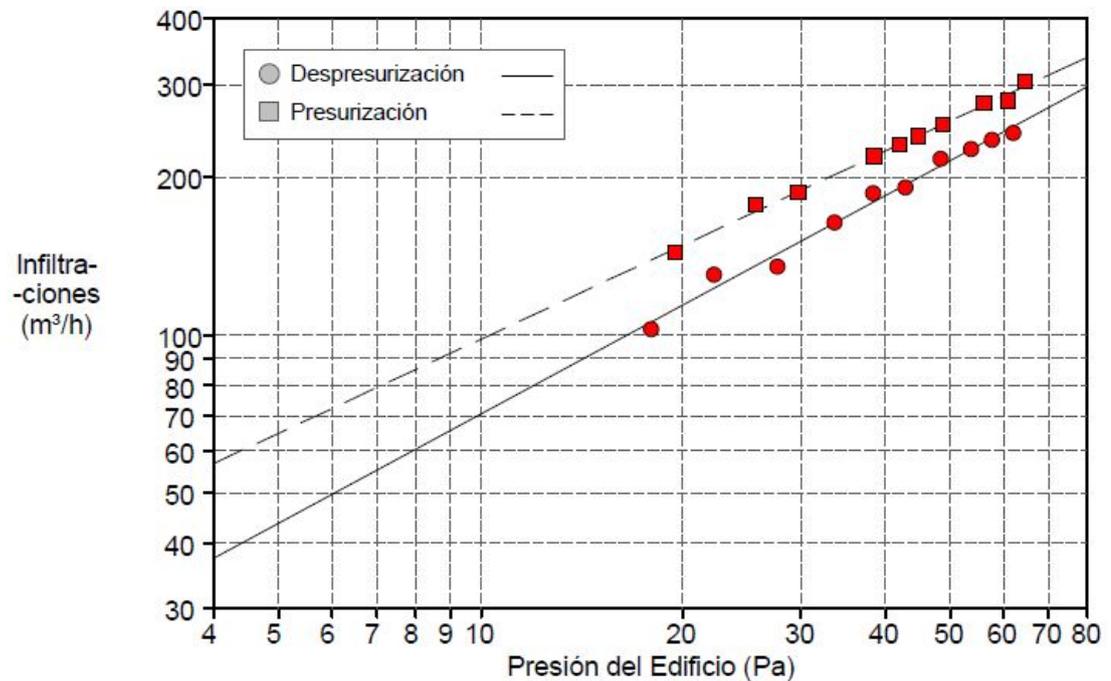


Figura 41. Gráfica del ensayo *Blower Door*

Vemos los valores de caudal que ha ido recogiendo la consola del ventilador para distintas presiones en los ensayos de despresurización y presurización. Con ellos crea una función aproximada y traza su recta.

Finalmente calcula las renovaciones por hora dividiendo el caudal en m^3/h a una presión de 50 Pascales entre el volumen del edificio en m^3 .

	<u>Despresurización</u>	<u>Presurización</u>	<u>Media</u>
Resultados del test a 50 Pa:			
V50: m^3/h Caudal de Aire	215 (+/- 3.4 %)	256 (+/- 1.4 %)	235
n50: 1/h (Tasa de Renovación de Aire)	0.34	0.40	0.37

Figura 42. Resultados del ensayo Blower Door a 50Pa

El resultado final del ensayo es la media de los valores obtenidos en cada test. En este caso con 0,37 renovaciones/hora cumple sobradamente el criterio de tener un caudal máximo de infiltraciones a 50 Pascales de 0,6 renovaciones/hora.

8. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE CE3X

Mediante este programa de distribución gratuita se puede certificar de una forma simplificada cualquier tipo de edificio: residencial, pequeño terciario o gran terciario, pudiéndose obtener cualquier calificación desde “A” hasta “G”. Su entorno es como se ve en la siguiente figura:

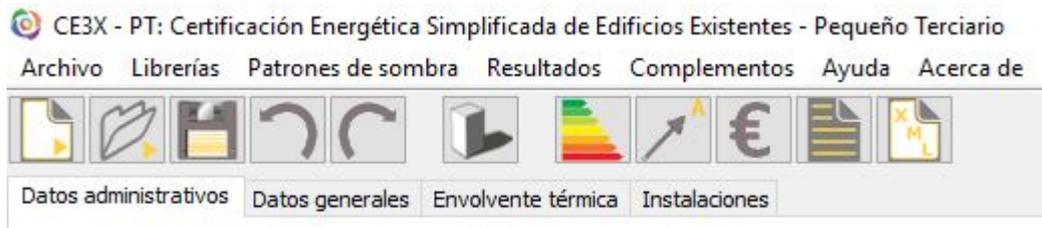


Figura 43. Entorno CE3X

No se basa en un modelo del edificio creado, sino que los datos los vamos introduciendo en las 4 pestañas que ahí aparecen. En cada una de ellas tenemos que rellenar lo siguiente:

8.1. Datos administrativos

Introducimos los datos referentes a la localización e identificación del edificio. Para obtener la referencia catastral buscamos la dirección en la sede electrónica del catastro.

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	SHOWROOM VEKA		
Dirección	CALLE LÓPEZ BRAVO, 58		
Provincia/Ciudad autónoma	Burgos	Localidad	Burgos
Referencia Catastral	9218004VM398150001YM	Código Postal	09001

Figura 44. Localización e identificación del edificio CE3X

Los datos del cliente son los referentes a la empresa que recibe los resultados de la certificación energética del edificio: Veka Ibérica S.A.U.

Datos del cliente

Nombre o razón social	VEKA Ibérica S.A.U.		
Dirección	Calle López Bravo, 58		
Provincia/Ciudad autónoma	Burgos	Localidad	Burgos
Teléfono	947473020	Código Postal	09001
E-mail			

Figura 45. Datos del cliente CE3X

Los datos del técnico certificador en este caso serían los míos. El programa no deja llevar a cabo la certificación sin introducir los datos de Razón social y CIF, por lo que introduzco mi nombre y mi DNI como haría si fuera autónomo.

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Mario Maestro Terceño	NIF	71482256 G
Razón social	Mario Maestro Terceño	CIF	71482256 G
Dirección	Avenida Valencia del Cid, 2, 4B		
Provincia/Ciudad autónoma	Burgos	Localidad	Burgos
		Código Postal	09002
Teléfono	648759490	E-mail	mmt0048@alu.ubu.es
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		

Figura 46. Datos del técnico certificador

8.2. Datos generales

Datos generales					
Normativa vigente	CTE 2013	?	Año construcción	2018	
Tipo de edificio	Edificio completo		Perfil de uso	Intensidad Baja - 8h	
Provincia/Ciudad autónoma	Burgos		Localidad	Burgos	Zona climática
					HE-1 E1
					HE-4 III

Figura 47. Datos generales CE3X

Normativa vigente: este software se basa en el Código Técnico de la Edificación, por tanto, empleamos la normativa más actualizada que nos ofrece el programa (CTE 2013).

El año de construcción según la información recibida en una de las visitas a la empresa es el 2018.

En el tipo de edificio introducimos completo y no local, ya que es un único piso y las dos salas que lo componen forman parte del mismo. Un ejemplo de local sería una vivienda unifamiliar dentro de un bloque de viviendas.

El Documento Básico de Ahorro de Energía 1 en su apéndice C nos da unas tablas con las condiciones que debe cumplir un edificio para cada clasificación en cuanto al perfil de uso. No tenemos valores precisos para entrar en ellas, pero nos decantamos por el perfil de Intensidad Baja – 8h por ser un edificio de uso esporádico que puede permanecer cerrado varios días y luego abrir uno o varios seguidos, y además porque los consumos de este edificio en materia de iluminación son muy bajos, equipos prácticamente no tiene más que el sistema de ventilación y recuperador de calor que son de muy bajo consumo y el sistema de calefacción y refrigeración se usa de manera muy puntual.

USO NO RESIDENCIAL: 8 h	BAJA		MEDIA		ALTA	
	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14
Temp Consigna Alta (°C)						
Laboral y Sábado	–	25	–	25	–	25
Festivo	–	–	–	–	–	–
Temp Consigna Baja (°C)						
Laboral y Sábado	–	20	–	20	–	20
Festivo	–	–	–	–	–	–
Ocupación sensible (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	2,00	0	6,00	0	10,00
Festivo	0	0	0	0	0	0
Ocupación latente (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	1,26	0	3,79	0	6,31
Festivo	0	0	0	0	0	0
Iluminación (%)						
Laboral y Sábado	0	100	0	100	0	100
Festivo	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	1,50	0	4,50	0	7,50
Festivo	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)						
Laboral y Sábado	0	100	0	100	0	100
Festivo	0	0	0	0	0	0

Figura 48. Perfil de Uso. DB-HE1-Apéndice C

La zona climática nos la ofrece directamente el programa al introducir la localidad del edificio. En el DB-HE1-Apéndice B para Burgos nos da la zona E1 y en el DB-HE4-Punto 4.2 nos da la zona III.

La “E” alude a la dureza del invierno y el “1” a la suavidad del verano.

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700						h ≥ 700
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800						h ≥ 800
Avila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168								h < 400	h < 450				h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250					h ≥ 250
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600

Figura 49. Zona climática HE1-Apéndice B

El “III” se refiere a la radiación solar global media anual.

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Figura 50. Zona climática HE4-Punto 4.2

8.3. Definición del edificio

Definición edificio

Superficie útil habitable: m²

Altura libre de planta: m

Número de plantas habitables:

Ventilación del inmueble: ren/h

Demanda diaria de ACS: l/día

Masa de las particiones internas:

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Ensayo Blower Door Test: q50 l/s
n




Imagen edificio
Plano situación

Figura 51. Definición del edificio CE3X

La superficie útil habitable es en la que podemos estar, eliminando la superficie que ocupan los cerramientos y sin contar, en este caso, la superficie que tenemos sobre la cubierta del cubo pequeño que queda dentro del cubo grande. La superficie de construcción sería la que sí cuenta las superficies ocupadas por los cerramientos. Por tanto, hago el sumatorio de las superficies útiles, que obtengo del archivo CAD: Sala de formación (98,83 m²), oficina (3,97 m²), servicios (9,05m²), vestíbulo (29,4 m²); nos da un total de 141,25 m².

La altura libre de planta resulta del cálculo de la media ponderada de la altura interior de cada parte por su superficie útil entre la superficie útil total.

$$h_{tp} = \frac{4,85 \cdot (16,21 \cdot 7,56) + 2,77 \cdot 29,4 + 2,7 \cdot (3,97 + 9,06)}{(16,21 \cdot 7,56) + 29,4 + 3,97 + 9,06} = 4,31 \text{ m}$$

El número de plantas habitables es 1 porque es la única que hay.

La ventilación del inmueble la obtenemos de la hoja “Ventilación” del PHPP. Tenemos que el caudal máximo es el de extracción (390 m³/h), y con el dato conocido del volumen del edificio (633 m³) conseguimos el valor de las renovaciones/hora que nos aparece más abajo:

$$\frac{390 \text{ m}^3}{h} \cdot \frac{1 \text{ renovación}}{633 \text{ m}^3} = 0,62 \text{ renovaciones/hora}$$

Dimensionado del sistema de ventilación con un sólo aparato de ventilación

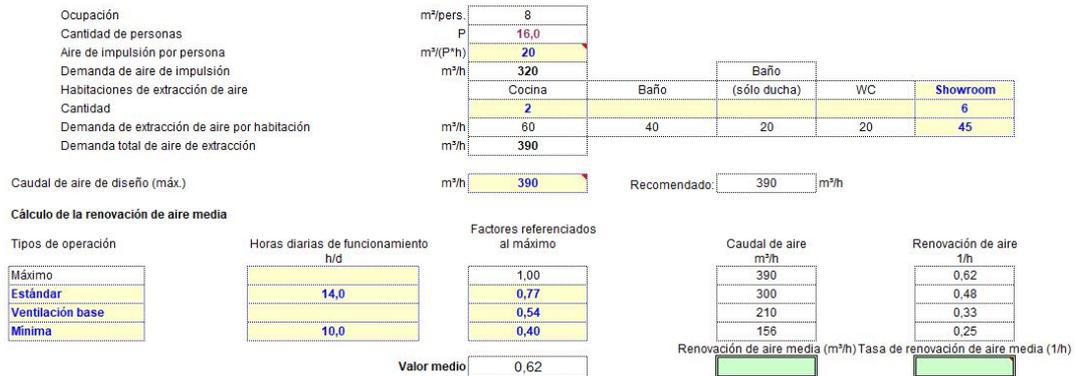


Figura 52. Ventilación PHPP

Establecemos la demanda diaria de ACS con el DB-HE4-Tabla 4.1, que nos marca una demanda por el simple uso. Asimilamos nuestro edificio a una escuela sin ducha, ya que es el uso más similar de la lista.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Figura 53. Demanda ACS. HE4-Tabla 4.1

Para obtener los litros/día necesitamos conocer la densidad de ocupación, que es un dato que recojo del PHPP y son 16 personas.

$$\text{Demanda ACS} = 4 \text{ l/día} \cdot \text{persona} \cdot 16 \text{ personas} = 64 \text{ l/día}$$

La masa de las particiones internas en principio no tenemos datos para calcularla, pero podemos hacer una estimación con ayuda de la librería de materiales de la que dispone el CE3X introduciendo los materiales de los que está formada esta tabiquería (obtenidos de los planos de sección constructiva):

- 39_ Tabiquería formada por entablado de madera de 17mm de espesor + rastrel de madera de 50x50mm relleno de aislamiento (lana de roca e:50mm)+ Placa de cartón yeso de 13 +13mm+ acabado.
40_ Doble placa de cartón yeso hidrófugo de 13+13mm de espesor. Acabado en pintura plástica para exteriores.

Figura 54. Materiales de las particiones interiores

Librería de cerramientos

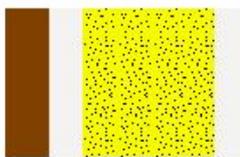
Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Tablero contrachapado 450 < d < 500	0.113	0.017	0.15	475	1600
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.052	0.013	0.25	825	1000
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	1.235	0.05	0.0405	40	1000
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.052	0.013	0.25	825	1000

↑
↓



R1+...+Rn
1.45 m2K/W

Figura 55. Materiales de las particiones interiores CE3X

Con este muro introducido en la pestaña de Envoltente térmica clicamos en el botón Vista clásica y nos aparece un cuadro con las propiedades de las envoltentes introducidas. Esta pared no forma parte de la envoltente, solo queremos ver su densidad y después la borraremos. Así el valor final de la densidad de la partición interior de 31,52 kg/m² es mucho menor que los 200 kg/m² que nos permite el programa introducir para considerar la masa ligera.

	Nombre	Tipo de cerramiento	Superficie (m2)	U (W/m2K)	Peso/m2 (ka/m2)	Posición	Modo definición
1	Partición vertical	Partición Interior	1	0.41	31.52		Estimadas

Figura 56. Propiedades partición interior CE3X

Los edificios certificados *Passivhaus* siempre deben ser ensayados mediante el *Blower Door Test*, por tanto, tenemos los resultados para introducir en el programa. La presión del ensayo son 50 Pascales, como indica el subíndice del término q_{50} . Este término se refiere al caudal de infiltración medido por el equipo cuando la diferencia de presiones es de 50 Pa, en (litros / segundo), pero el resultado que este test arroja son las renovaciones por hora del aire a esa presión (0,37 renovaciones/hora). Para obtener la permeabilidad del aire que me da el PHPP realizo el cambio de unidades con el dato del volumen del edificio de la hoja de “Ventilación” del PHPP (633 m^3) y el de la superficie de envolvente térmica ($623,10 \text{ m}^2$) de la hoja de “Calefacción anual”:

$$q_{50} = \frac{0,37 \text{ ren}}{h} \cdot \frac{633 \text{ m}^3}{\text{ren}} \cdot \frac{1}{623,1 \text{ m}^2} = 0,38 \text{ m}^3/h \cdot \text{m}^2$$

Con esto calculamos los litros/segundo que nos pide el programa:

$$q_{50} = \frac{0,38 \text{ m}^3}{h \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{10^3 \text{ l}}{\text{m}^3} \cdot \frac{h}{3600 \text{ s}} \cdot 623,1 \text{ m}^2 = 65,77 \text{ l/s}$$

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficientes de protección al viento e y f			
Coeficiente e de clase de protección de viento	Varios lado expuesto al viento		Sólo un lado expuesto al viento
Sin protección	0,10		0,03
Protección moderada	0,07		0,02
Protección alta	0,04		0,01
Coeficiente f	15		20

	P/ demanda anual	P/ periodo calefacción:	
Coeficiente de protección de viento e	0,07	0,18	
Coeficiente de protección de viento f	15	15	
Tasa renovación aire ensayo presión n_{50}	1/h 0,37	0,37	Volumen de aire neto para el ensayo de presión V_{n50} m^3 633

Figura 57. Ensayo Blower Door PHPP

8.4. Envoltente térmica

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Introduzco las cubiertas, muros, suelos, huecos y puentes térmicos referenciándolos como aparecen en el PHPP. Las sombras más adelante se introducen para secciones rectangulares, por lo que el muro cortina este lo divido en dos rectángulos, el lateral y el superior.

En los muros y la cubierta el 1 se refiere al cubo pequeño y el 2 al cubo grande.

El número que lo acompaña simplemente numera los elementos constructivos.

Separado por un guion escribo el tipo de cerramiento o elemento constructivo.

Después aparece si está en contacto con el aire o con el terreno (en este caso todos los elementos están en contacto con el aire)

Finalmente la orientación.

Muestro a continuación el resumen de cerramientos, huecos y puentes térmicos en vista clásica. Se hace necesario comentar aquí que en los huecos el que aparezca en las ventanas de la fachada sur o este que no tienen patrón de sombras no quiere decir que no tengan elementos de sombra. Más adelante veremos que estos se han introducido utilizando las herramientas específicas de las que dispone CE3X para definir voladizos y otros elementos de sombra comunes.

	Nombre	Tipo de cerramiento	Superficie (m ²)	U (W/m ² K)	Peso/m ² (kg/m ²)	Posición	Modo definición	Patrón de sombras
1	2/09 - Cubierta Superior	Cubierta	122.55	0.07	29.0	Techo	Conocidas	Sin patrón
2	1/05 - Muro exterior - Aire - NO	Fachada	8.01	0.1	25.96	NO	Conocidas	Sin patrón
3	2/07 - Muro exterior - Aire - N	Fachada	78.62	0.1	31.3	Norte	Conocidas	Sin patrón
4	1/04 - Muro exterior - Aire - E	Fachada	18.06	0.1	25.96	Este	Conocidas	1 Cubo pequeño Este - Oficinas
5	2/06 - Muro cortina parte lateral - E	Fachada	12.98	0.27	81.8	Este	Conocidas	2 Cubo grande parte derecha Este - Oficinas
6	1/01 - Muro exterior - Aire - S	Fachada	17.92	0.1	25.96	Sur	Conocidas	Sin patrón
7	2/03 - Muro cortina - Aire - SE	Fachada	60.73	0.27	81.8	SE	Conocidas	Sin patrón
8	2/08 - Muro exterior - Aire - SO	Fachada	36.67	0.1	31.3	SO	Conocidas	Sin patrón
9	1/02 - Muro exterior - Aire - O	Fachada	1.86	0.1	25.96	Oeste	Conocidas	Sin patrón
10	1/10 - Cubierta con aire	Cubierta	17.54	0.07	29.0	Techo	Conocidas	Sin patrón
11	11 - Solera Losa	Suelo	143.49	0.39	750	Suelo	Estimadas	Sin patrón
12	2/06 - Muro cortina parte superiorl - E	Fachada	6.5	0.27	81.8	Este	Conocidas	2 Cubo grande parte superior Este - Oficinas

Figura 58. Cerramientos CE3X

	Nombre	Cerramiento asociado	Longitud (m)	Altura (m)	Multiplicador	Superficie (m ²)	U vidrio (W/m ² K)	g vidrio	U marco (W/m ² K)	% Marco
1	1/15 - Ventanas Puerta - E	1/04 - Muro exterior - Aire - E	0.91	2.18	2	3.97	0.52	0.52	1.03	36
2	1/14 - Ventanas - S	1/01 - Muro exterior - Aire - S			1	9.5	0.52	0.52	1.03	28
3	2/01 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	28
4	2/02 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	13
5	2/03 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	17
6	2/04 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	17
7	2/05 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	19
8	2/06 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	19
9	2/07 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	17
10	2/08 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	13
11	2/09 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	5.3	0.52	0.52	1.03	17
12	2/10 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	1.5	0.52	0.52	1.03	27
13	2/11 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	1.5	0.52	0.52	1.03	17
14	2/12 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	1.5	0.52	0.52	1.03	27
15	2/13 - Ventanas - SE	2/03 - Muro cortina - Aire - SE			1	1.5	0.52	0.52	1.03	15
16	2/16 - Ventanas parte lateral - E	2/06 - Muro cortina parte lateral - E			1	11.4	0.52	0.52	1.03	24.74
17	2/16 - Ventanas parte superior - E	2/06 - Muro cortina parte superiorl - E			1	6.5	0.52	0.52	1.03	30.66

Figura 59. Huecos 1 CE3X

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

	Absortividad marco	Modo definición	Permeabilidad (m ³ /hm ²)	Orientación	Patrón de sombras
1	0.65	Conocidas	1	Este	Sin patrón
2	0.65	Conocidas	1	Sur	Sin patrón
3	0.65	Conocidas	1	SE	Ventana 1 - Lateral izquierdo
4	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
5	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
6	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
7	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
8	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
9	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
10	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
11	0.65	Conocidas	1	SE	Ventana 9 - Lateral cubo pequeño
12	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
13	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
14	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
15	0.65	Conocidas	1	SE	Sin patrón
16	0.65	Conocidas	1	Este	2 Cubo grande parte derecha Este - Oficinas
17	0.65	Conocidas	1	Este	2 Cubo grande parte superior Este - Oficinas

Figura 60. Huecos 2 CE3X

	Nombre	Cerramiento asociado	Tipo de puente térmico	ϕ (W/mK)	Longitud (m)
1	Puente térmico - Huecos 1/04	1/04 - Muro exterior - Aire - E	Contorno de hueco	0.04	8
2	Puente térmico - Huecos 2/06 lateral	2/06 - Muro cortina parte lateral - E	Contorno de hueco	0.04	15.08
3	Puente térmico - Huecos 1/14	1/01 - Muro exterior - Aire - S	Contorno de hueco	0.04	13.1
4	Puente térmico - Huecos 2/03	2/03 - Muro cortina - Aire - SE	Contorno de hueco	0.04	42.39
5	Puente térmico - Huecos 2/06 superior	2/06 - Muro cortina parte superior - E	Contorno de hueco	0.04	12.58
6	Puente térmico - Muro cortina con Cubierta superior	2/09 - Cubierta Superior	Encuentro de fachada con cubierta	0.035	23.79
7	Puente térmico - Muro cortina con Solera	11 - Solera Losa	Encuentro de fachada con solera	0.007	57

Figura 61. Puentes térmicos CE3X

➤ Cerramientos

A la hora de introducir los cerramientos nos topamos con una nueva diferencia: el CTE trabaja considerando todas las capas de la envolvente, mientras que *Passivhaus* solo considera las capas desde el exterior de la envolvente térmica hacia dentro. Así encontramos que en el PHPP los cerramientos no incluyen el acabado exterior, mientras que nosotros al trabajar con Código Técnico sí que los incluiremos en el cálculo de los cerramientos.

Las dimensiones de muros y cubiertas serán las medidas por dentro del edificio y no por fuera como hacen en *Passivhaus*, ya que el Código Técnico de la Edificación utiliza este criterio debido a que son las superficies en las que se produce el intercambio térmico entre el interior y el exterior del edificio. De los planos y del archivo CAD obtengo las medidas que introduzco directamente o con las que calculo la superficie en el caso de no ser un cerramiento rectangular.

La orientación del cubo pequeño sigue los puntos cardinales básicos, sin embargo, la sala principal tiene una orientación distinta. Lo comprobamos siguiendo lo que nos aparece en el DB-HE1-Apéndice A.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

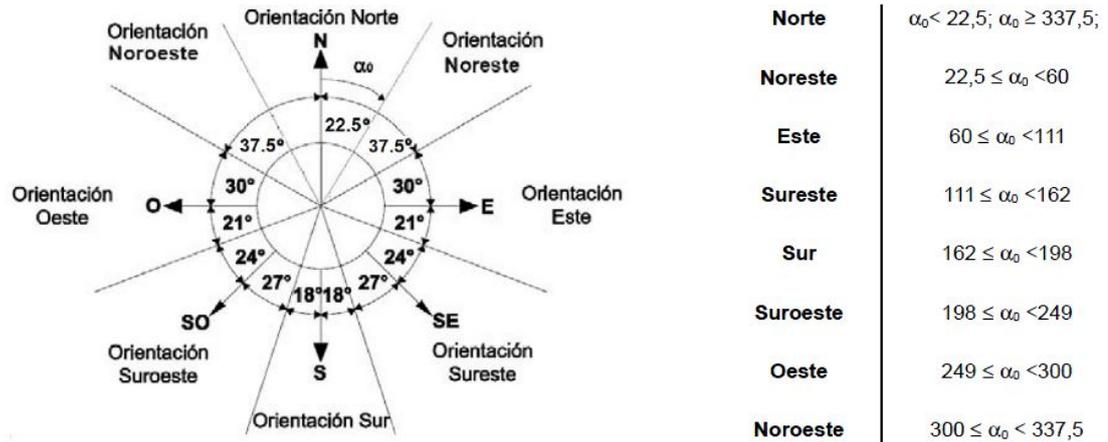


Figura 62. Orientación. Rosa de los vientos. HE1-Apéndice A

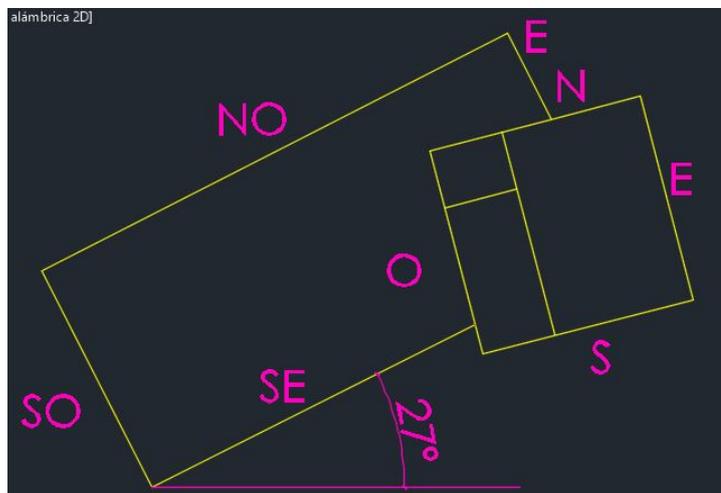


Figura 63. Orientaciones Espacio Futura

Conocemos los parámetros característicos de los cerramientos, pero no disponemos de todos los datos que nos pide el programa para simularlos. De ellos solo conocemos el valor del espesor y de la transmitancia térmica.

Propiedades

Espesor m

λ W/mK

ρ kg/m³

Calor específico J/kgK

μ

Cargar imagen

Figura 64. Propiedades necesarias para los materiales CE3X

Los muros están formados por distintos materiales en cada sección, como nos indica el PHPP en la hoja “Valores-U”. Para realizar una simulación lo más fiel posible con las herramientas que nos ofrece CE3X, lo que hago es crear una nueva librería con los materiales que se utilizan en el Espacio Futura y posteriormente crear con ellos los cerramientos que componen los muros y cubiertas. Para ello introduzco los valores de espesor y transmitancia que cojo del PHPP y relleno el resto de propiedades copiando las de materiales similares que tiene la librería por defecto de CE3X. Nombro los nuevos materiales con un nombre seguido de “EF” y de su transmitancia térmica lineal. Así las correspondencias de mis materiales con los originales del programa serían:

Lana mineral de 0,031 → Lana Mineral EF 0,032

Tablero contrachapado 350<d<450 → Tablero EF 0,13

EPS Poliéstireno expandido 0,029 → Neopor EF 0,031

EPS Poliéstireno expandido 0,029 → EPS Neopor EF 0,032

XPS Expandido con CO₂ 0,034 → XPS 500 EF 0,036

Tablero Contrachapado 350<d<450 → Madera Laminada EF 0,13

MW Lana mineral [0,031 W/[m·K] → Lana Mineral Acústica EF 0,035

Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650 → Tablero OSB EF

Mortero de cemento para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 → Mortero EF

Conífera de peso medio 435 < d < 520 → Acabado en Madera EF

Cámara de aire de 5 cm

Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 → Placa Cartón Yeso EF

Combinando estos materiales creamos los cerramientos lo más parecido que podemos al PHPP añadiendo además la capa exterior correspondiente en cada caso.

- **Cubierta**

Nr. elem. cons.						¿Aislamiento interior?	
02ud Cubierta							
Resistencia térmica superficial [m ² K/W]							
Inclinación del elemento		1-Techo		interior R _{si}		0,10	
Adyacente a		3-Ventilada		exterior R _{se}		0,10	
Superficie parcial 1	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Espesor [mm]	
Tablero	0,130					15	
Lana	0,032	viga	0,130			320	
Tablero	0,130					18	
EPS Neopor	0,032					100	
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
90%		10,0%				45,3 cm	
Suplemento al valor-U						Valor-U: 0,086 W/(m ² K)	

Figura 65. Cubierta PHPP

Librería de cerramientos

Nombre:

Características del cerramiento
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Tablero EF 0.13	Espacio Futura	0.115	0.015	0.13	400	1600
Lana Mineral EF 0.032	Espacio Futura	10.0	0.32	0.032	40	1000
Tablero EF 0.13	Espacio Futura	0.138	0.018	0.13	400	1600
EPS Neopor EF 0.032	Espacio Futura	3.125	0.1	0.032	30	1000

$R1 + \dots + Rn$
13.38 m²K/W

Figura 66. Cubierta CE3X

• Muros exteriores

Nr. elem. cons.: 01ud Denominación de elemento constructivo: **Muro exterior** ¿Aislamiento interior?

Inclinación del elemento: 2-Muro Resistencia térmica superficial [m²K/W]
 interior R_{si}: 0,13
 Adyacente a: 1-Aire exterior exterior R_{se}: 0,04

Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Lana mineral	0,032	ala viga	0,130	Alma	0,180	200
Tablero	0,130					15
Neopor	0,031					60
Lana mineral acustica	0,035	trasdosado interior	0,130			50

Porcentaje superficie parcial 1: 91%
 Porcentaje superficie parcial 2: 7,5%
 Porcentaje superficie parcial 3: 2,0%
 Total: 32,5 cm

Suplemento al valor-U: W/(m²K) Valor-U: 0,118 W/(m²K)

Figura 67. Muro exterior PHPP

Librería de cerramientos

Nombre

Muro exterior 1 (pequeño)

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Acabado en Madera EF	Espacio Futura	0.113	0.017	0.15	480	1600
Cámara de aire ligera...	Cámaras de aire	0.08	-	-	-	-
Lana Mineral EF 0.032	Espacio Futura	6.25	0.2	0.032	40	1000
Tablero EF 0.13	Espacio Futura	0.115	0.015	0.13	400	1600
Neopor EF 0.031	Espacio Futura	1.935	0.06	0.031	30	1000
Lana Mineral Acústica...	Espacio Futura	1.429	0.05	0.035	40	1000



$R_1 + \dots + R_n$

9.92 m²K/W

Figura 68. Muro exterior 1 (pequeño) CE3X

Librería de cerramientos

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Madera Laminada EF ...	Espacio Futura	1.538	0.2	0.13	400	1600
Neopor EF 0.031	Espacio Futura	1.935	0.06	0.031	30	1000



$R1 + \dots + Rn$
3.47 m²K/W

Figura 71. Muro cortina CE3X

- Suelo

Nr. elem. cons. ¿Aislamiento interior?

Inclinación del elemento Resistencia térmica superficial [m²K/W]
 Adyacente a interior R_{si}
 exterior R_{se}

Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Hormigón de limpieza	1,900					100
XPS 500	0,036					200
Losas hormigón	2,300					350

Porcentaje superficie parcial 1 Porcentaje superficie parcial 2 Porcentaje superficie parcial 3

Suplemento al valor-U W/(m²K) Valor-U: W/(m²K)

Total cm

Figura 72. Suelo PHPP

Para el suelo no tenemos la opción de introducir sus materiales desde la librería, sino que nos piden otros datos que podemos obtener fácilmente del PHPP y del CAD. Finalmente, el valor que me piden de la resistencia térmica del aislamiento es el inverso de la transmitancia del mismo. Con los datos de la solera de este edificio introducidos me doy cuenta de que la transmitancia térmica que calcula CE3X es mucho mayor que la que realmente tenemos en nuestro caso. Probando con diferentes valores de profundidad y de resistividad del aislante veo que el este valor queda restringido a un mínimo de $0,39 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Realmente nuestra solera es mucho más aislante, con $0,169 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, pero no se nos permite introducirlo a mano, por lo que esto hará que la envolvente en este programa sea más débil.

Suelo en contacto con el terreno

Nombre Zona

Dimensiones

Superficie m²
 Longitud m
 Anchura m

Características

Profundidad Menor o igual que 0.5 m
 Mayor que 0.5 m m

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Estimadas W/m²K
 Perímetro m

Tiene aislamiento térmico

Características del aislamiento térmico

Definir Rf

Espesor aislamiento m
 Rf m²K/W

Figura 73. Introducción del suelo CE3X

- **Resumen de transmitancias térmicas de los cerramientos**

Los valores más importantes y con los que el programa realiza sus cálculos son los de transmitancia térmica U. Estos varían principalmente debido a la capa exterior que hemos introducido en CE3X y la menor precisión de este programa. En esta tabla se muestran los valores arrojados por el PHPP y por el CE3X:

Cerramiento	Transmitancia térmica con PHPP (W/m ² ·K)	Transmitancia térmica con CE3X (W/m ² ·K)
Cubierta	0,086	0,070
Muro 1 (pequeño)	0,118	0,100
Muro 2 (grande)	0,118	0,100
Muro cortina	0,274	0,270
Suelo	0,169	0,390

Tabla 2. Transmitancias térmicas del PHPP y del CE3X

➤ Huecos

Una vez introducido los muros podemos añadir los huecos, que se refieren a las ventanas y a las puertas. Estos se deben introducir para cada muro de los que hemos creado anteriormente.

Tenemos 16 ventanas, de las cuales dividimos la de la fachada este en dos por haber dividido el muro para el tema de las sombras que hemos explicado anteriormente.

Hueco/Lucernario

Nombre	Hueco		Cerramiento asociado	Orientación	
Dimensiones			Características		
Longitud	<input type="text"/>	m	Permeabilidad del hueco	Valor conocido	1 m ³ /hm ²
Altura	<input type="text"/>	m	Absortividad del marco	<input type="text" value="0.65"/>	0.65
Multiplicador	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar	
Superficie	<input type="text"/>	m ²	Patrón de sombras	Sin patrón	
Porcentaje de marco	<input type="text"/>	%	<input type="checkbox"/> Doble ventana		
Parámetros característicos del hueco					
Propiedades térmicas Conocidas					
U vidrio	<input type="text" value="0.52"/>	W/m ² K	Vidrio seleccionado	Triple acristalamiento con gas argón EF	
g vidrio	<input type="text" value="0.52"/>		Marco seleccionado	Carpintería Softline 82 de Veka EF	
U marco	<input type="text" value="1.03"/>	W/m ² K			

Figura 74. Introducción de huecos CE3X

Las dimensiones de estos son las de todo el hueco que se deja al construir, estos datos los tenemos en la hoja “Ventanas” del PHPP, y en esta misma hoja también la superficie y el porcentaje de vidrio (que tenemos que restar del 100% para obtener el del marco que nos piden).

Los parámetros característicos del hueco también los tenemos en esa misma hoja.

Creamos un nuevo vidrio y un nuevo marco en sus respectivas librerías.

El vidrio utilizado es de triple acristalamiento y con gas argón en las cámaras interiores con una transmitancia térmica del vidrio de $U_g=0,52 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y un factor solar del vidrio de $g=0,52$.

Los marcos o carpinterías son del modelo Softline 82 de Veka y están fabricados de PVC. Su transmitancia es de $1,03 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Las características de los huecos se refieren a las carpinterías.

No conocemos exactamente el valor de la permeabilidad, pero en el documento que describe las características de las carpinterías Softline 82 vemos que obtiene una calificación superior a la de la norma, Clase 4 según la Norma EN 12207:1999 (con valores entre 1 y 2,5 m³/h·m²), por tanto, introducimos 1 m³/h·m².

Ensayos	ENSAYO	DIMENSIONES	CLASE
PERMEABILIDAD al aire (UNE EN 1026:2000)	TECNALIA 049061-002	1230 x 1480 mm (2 hojas)	4*
ESTANQUIDAD al agua (UNE EN 1027:2000)			E900*
RESISTENCIA al viento (UNE EN 12211:2000)			C5*

* Clasificaciones por encima de la norma.

Figura 75. Resultados de ensayos carpinterías Softline 82

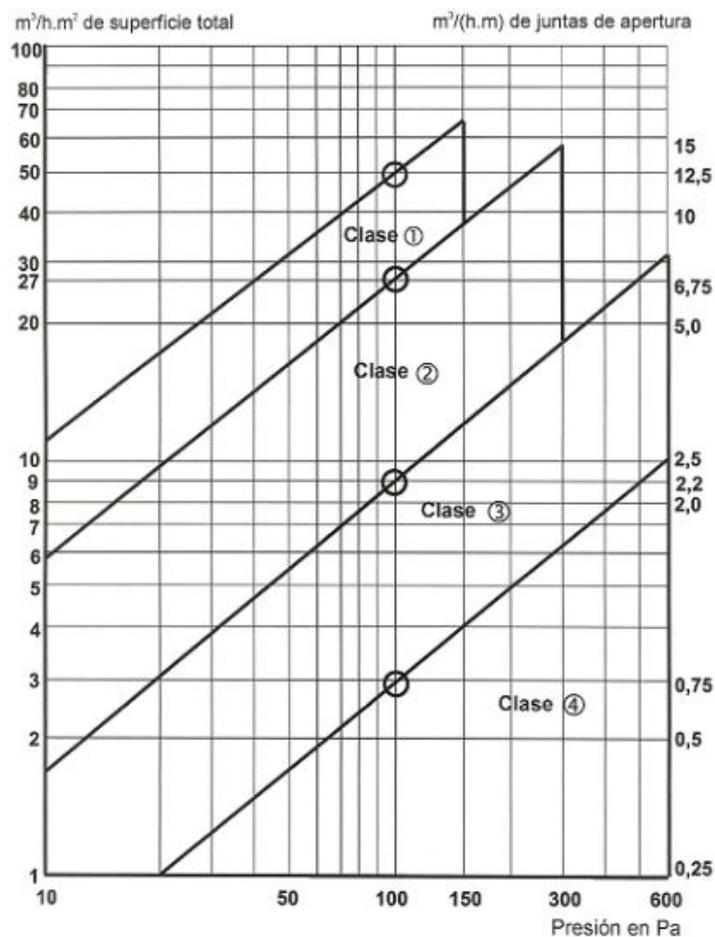


Figura 76. Gráfico de permeabilidad. EN 12207 1999

La absorptividad tiene que ver con el color del marco, que en este caso es color grafito, por lo que lo asemejamos a un gris medio, con un valor α de 0,65 por el DA-DB-HE1-Tabla 11.

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	-

Figura 77. Absortividad de carpinterías. HE1-Tabla 11

➤ Sombras

Como patrones de sombra tenemos varios en distintas fachadas y ventanas del edificio:

- **Voladizos**

Tenemos voladizo en todas las ventanas de la fachada sureste y además uno menor en la fachada este. La longitud L se mide desde la cara interior del acristalamiento. Como valor D tenemos cero debido a que el marco de la ventana está en contacto directo con el voladizo. La dimensión H es la altura de la ventana.

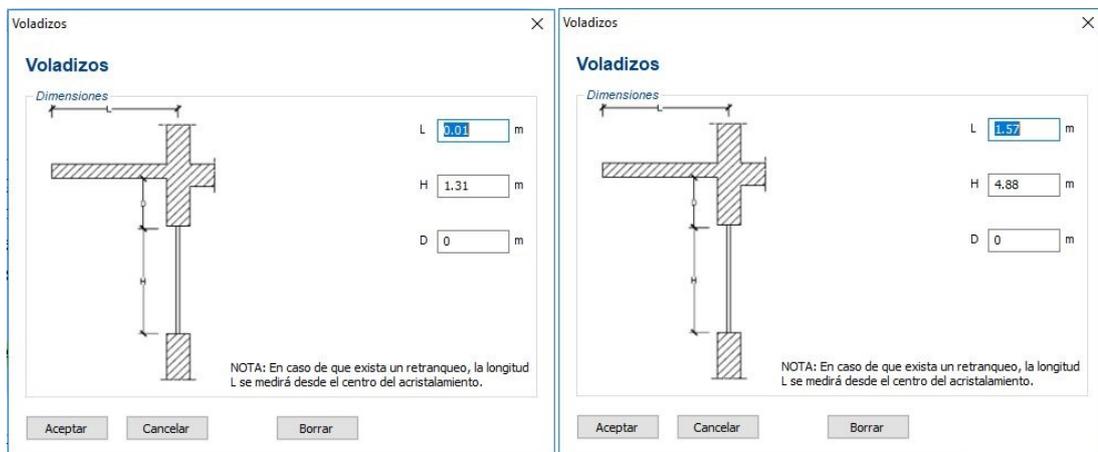


Figura 78. Voladizos (Ventanas Este a la izquierda y Ventanas Sur a la derecha)

- **Retranqueos**

En la puerta de la entrada principal situada en el cubo pequeño con orientación este tenemos un retranqueo.

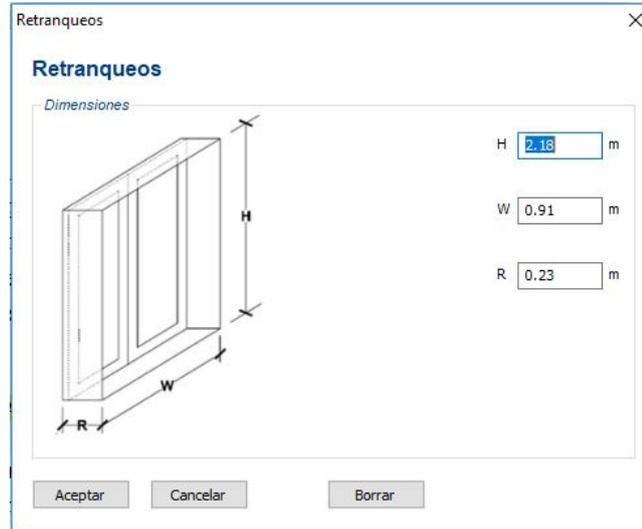


Figura 79. Retranqueo en puerta principal del cubo pequeño

- **Sombras que producen las fachadas**

Para introducir estas debemos dibujarnos con la ayuda de AutoCAD el caso. Las sombras se introducen definiendo dos ángulos desde el punto medio de la superficie sobre la que tenemos la sombra hasta cada uno de los vértices del elemento que origina la sombra. El ángulo α (a la izquierda en las Figuras) es el que se forma entre el sur geográfico y el punto, y β (a la derecha en las Figuras) entre la línea que une nuestro centro de la superficie sombreada con el punto que produce sombra y con la horizontal hasta la arista vertical del mismo. Hacia el oeste los ángulos los tomamos positivos y hacia el este negativos.

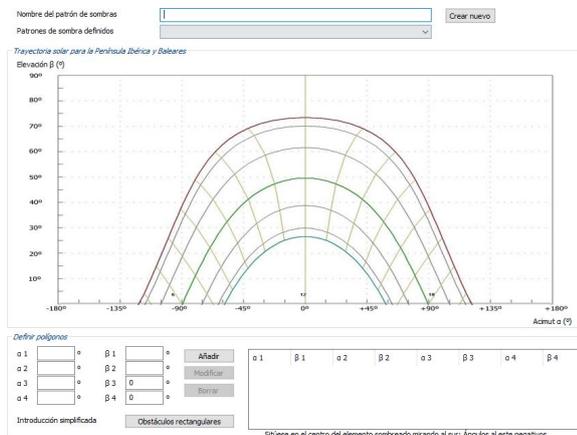


Figura 80. Introducción de un patrón de sombras CE3X

La fachada oeste produce sombra en la ventana 1. Esta la introduzco como un patrón de sombra nuevo que no se define por ninguno de los que nos da opción el programa de añadir directamente.

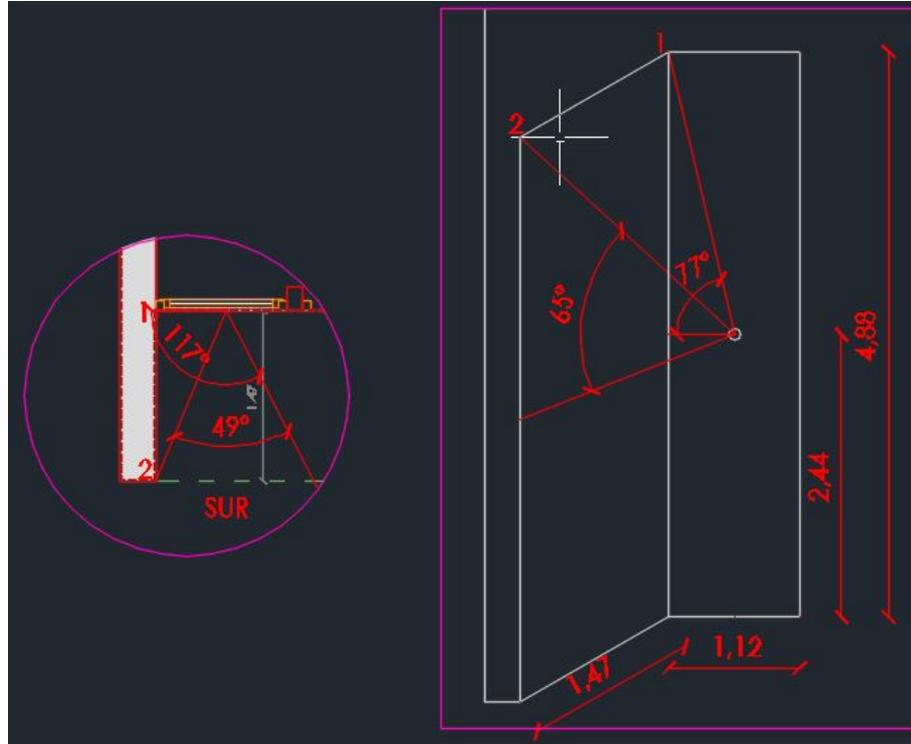


Figura 81. Sombras - Lateral oeste sobre ventana 1 CAD

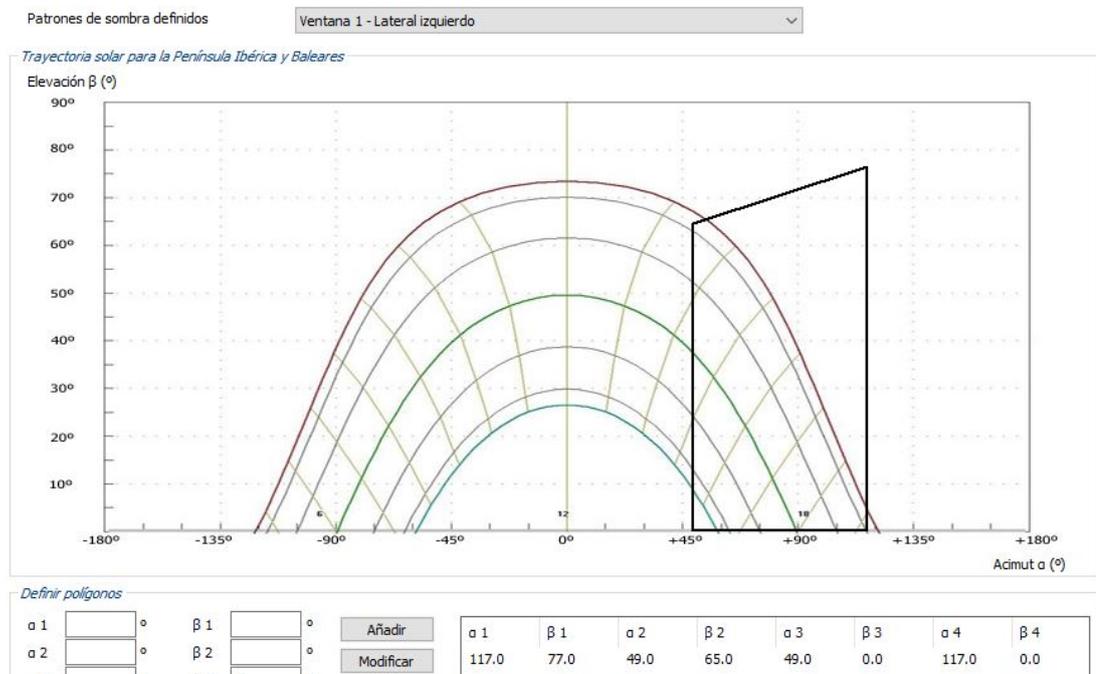


Figura 82. Sombras - Lateral oeste sobre ventana 1 CE3X

Lo mismo ocurre con la ventana 9 y el cubo pequeño, esta sombra se introduce de la misma manera

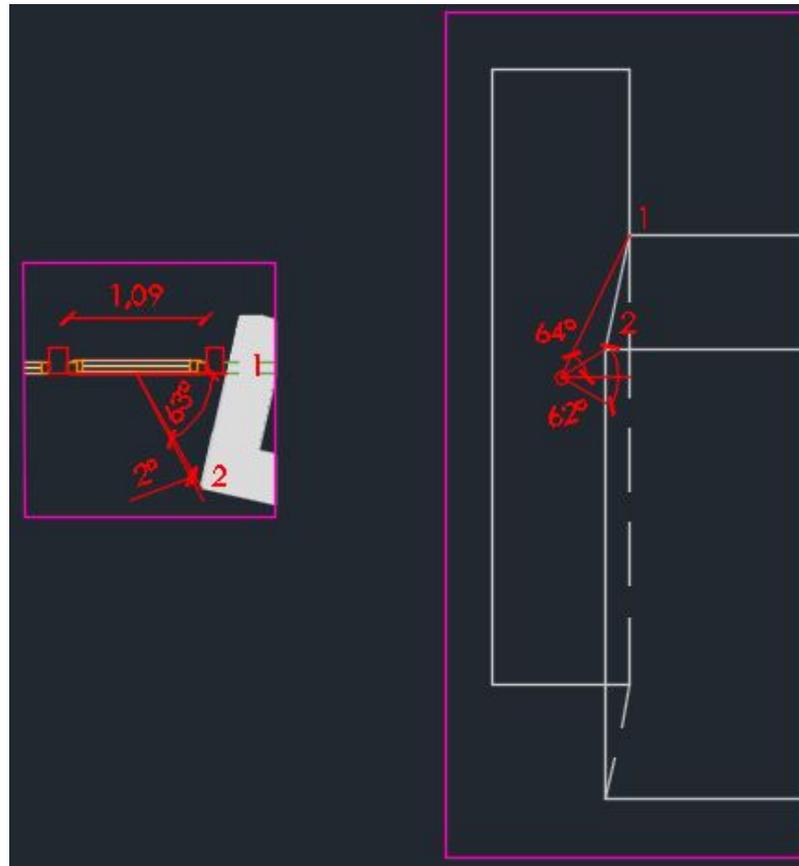


Figura 83. Sombras - Lateral este sobre ventana 9 CAD

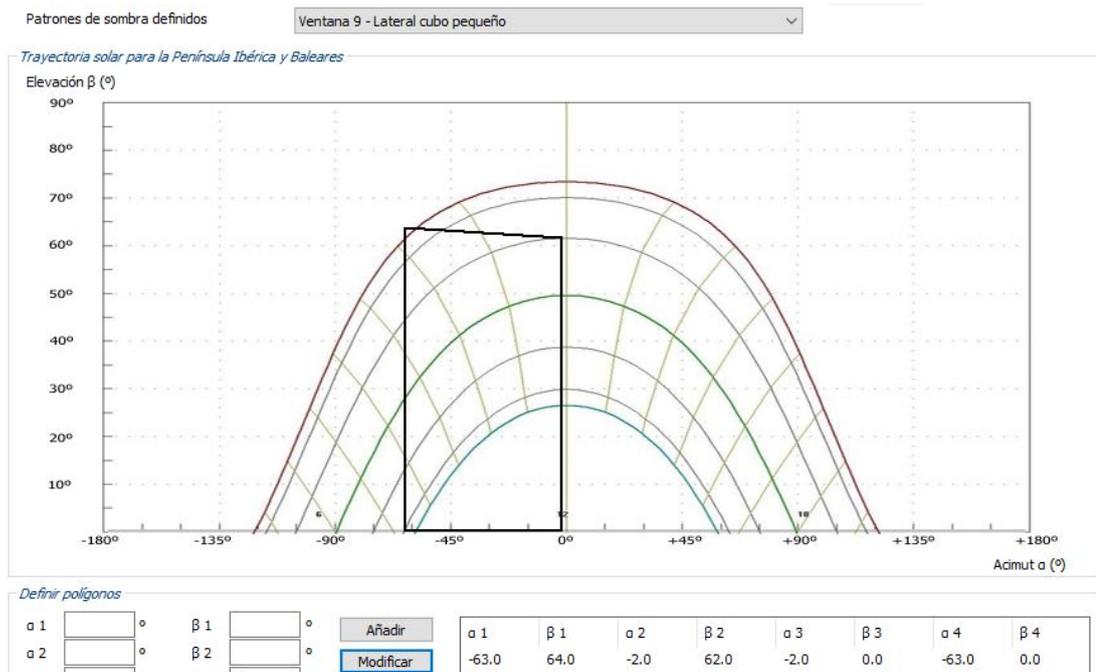


Figura 84. Sombras - Lateral este sobre ventana 9 CE3X

- **Sombras que produce el edificio de oficinas**

El edificio de oficinas, situado al este, produce sombra sobre todas las fachadas orientadas al este. Para introducirlo debo separar el muro cortina este en dos partes rectangulares (la superior y la lateral) y también hacer el cálculo para el muro del cubo pequeño. Me sirvo del plano de emplazamiento para dibujar los diferentes casos y Veka me proporciona las cotas de las dimensiones del edificio de oficinas.

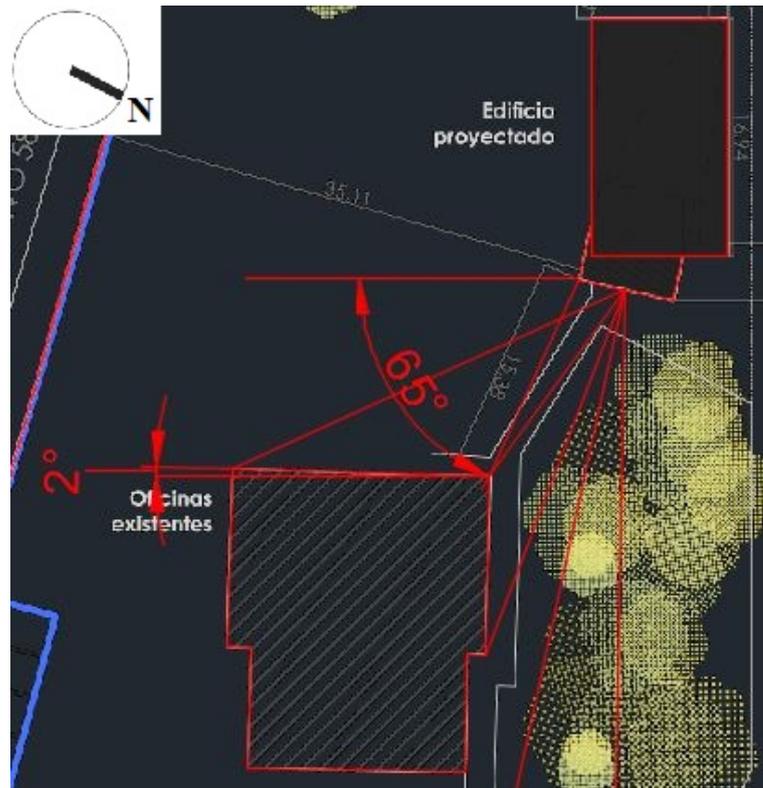


Figura 85. Plano de emplazamiento con edificio de oficinas

Sobre la fachada este del vestíbulo:

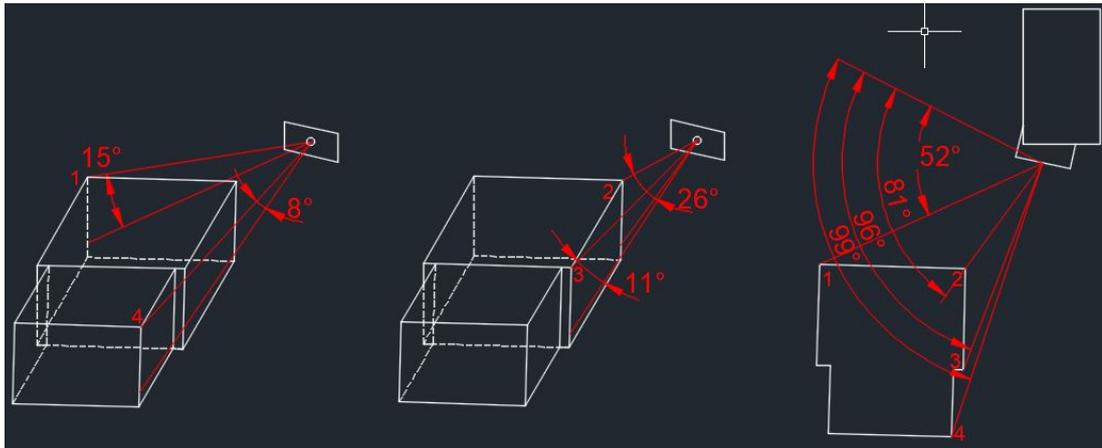


Figura 86. Sombras - Oficinas sobre fachada este vestibulo CAD

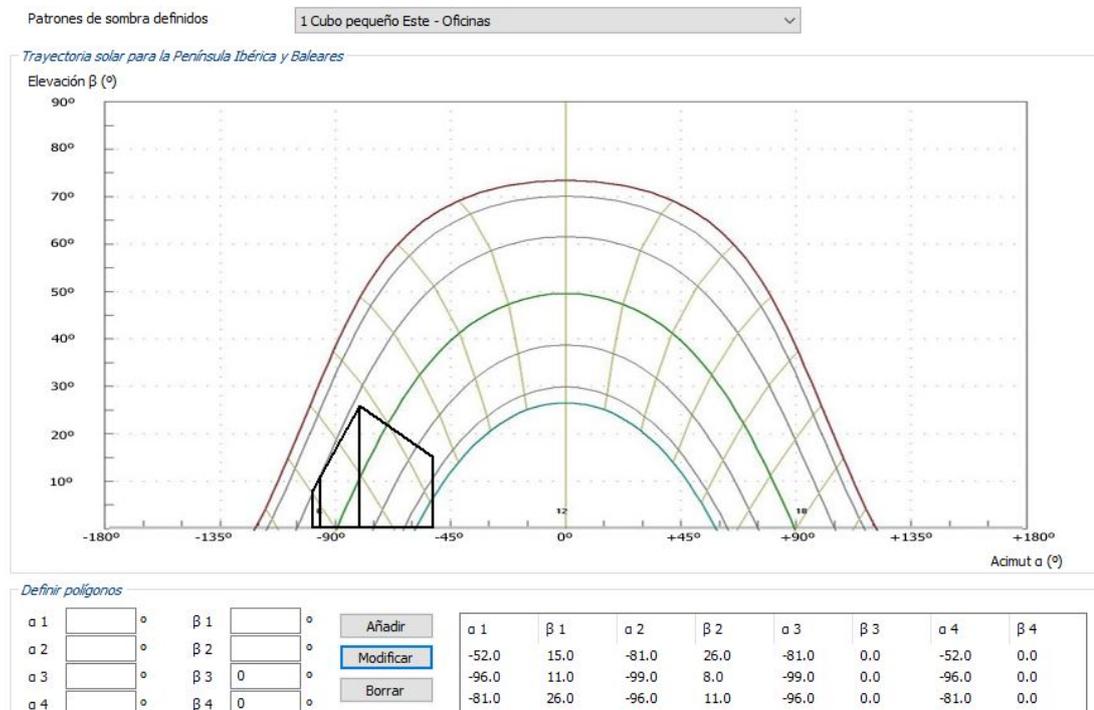


Figura 87. Sombras - Oficinas sobre fachada este vestibulo CE3X

Sobre la parte superior del muro cortina este:

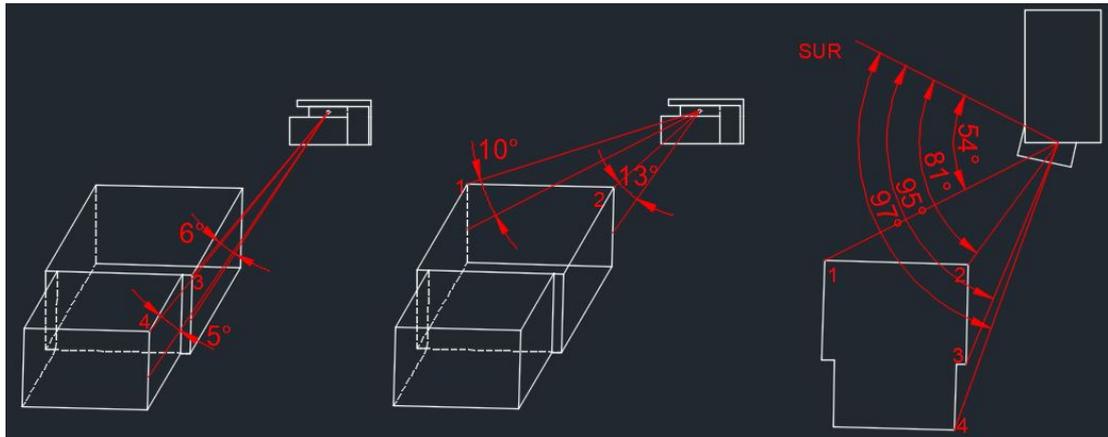


Figura 88. Sombras - Oficinas sobre muro cortina este superior CAD



Figura 89. Sombras - Oficinas sobre muro cortina este superior CE3X

Y finalmente, sobre el lateral del muro cortina este:

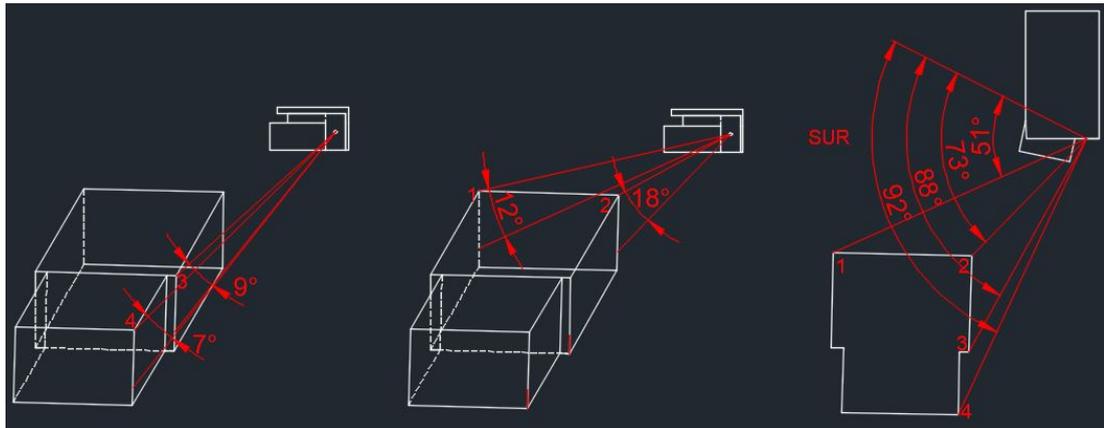


Figura 90. Sombras - Oficinas sobre muro cortina este lateral CAD



Figura 91. Sombras - Oficinas sobre muro cortina este lateral CE3X

Como veremos más adelante en la simulación de las sombras con SketchUp, este edificio también produce algo de sombra a primera hora de la mañana sobre el muro cortina sur, pero dado que el tiempo es mínimo vamos a prescindir de esa situación.

- **Estores**

Los estores se introducen en las ventanas de las fachadas sur y sureste como correctores del factor solar. El PHPP en “Sombras” tiene una columna llamada “factor de reducción para protección solar temporal” que se refiere al porcentaje de sombra extra que generan en nuestro caso los estores automatizados. El valor que toma, 38%, es la protección que ofrece. Traducido al lenguaje de CE3X es 0,38 ya que el 1 significaría que permite totalmente el paso de la radiación. Este es el caso del invierno.

Elementos de sombreamiento

Seleccionar los elementos de sombreamientos correspondientes

<input type="checkbox"/> Voladizo	Definir				
<input type="checkbox"/> Retranqueo	Definir				
<input type="checkbox"/> Lamas horizontales	Definir				
<input type="checkbox"/> Lamas verticales	Definir				
<input type="checkbox"/> Toldos	Definir				
<input type="checkbox"/> Lucernarios	Definir				
<input checked="" type="checkbox"/> Corrector del factor solar	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Invierno</th> <th>Verano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.38</td> </tr> </tbody> </table>	Invierno	Verano	1	0.38
Invierno	Verano				
1	0.38				

Figura 92. Corrección del factor solar debido a los estores

➤ Puentes térmicos

Los introduzco cada uno en la cubierta o en la solera con longitud la que nos aparece en el PHPP en “Superficies → Introducción de los Puentes Térmicos”. Como vimos anteriormente, puentes térmicos tenemos 3:

- El encuentro de la fachada con la cubierta superior: lo introducimos en la cubierta con longitud el perímetro que intersecta con el muro.

Parámetros generales

Tipo de puente térmico	Encuentro de fachada con cubierta
Cerramiento asociado	2/09 - Cubierta Superior
ϕ	0.035 W/mK
Longitud	47.54 m

Figura 93. Puente térmico - Muro con cubierta CE3X

- El encuentro de la fachada con la solera: asociado a la solera y de longitud el perímetro de todos los muros exteriores.

Parámetros generales

Tipo de puente térmico	Encuentro de fachada con solera	▼
Cerramiento asociado	11 - Solera Losa	▼
ϕ	0,007	W/mK
Longitud	57	m

Figura 94. Puente térmico - Muros con solera CE3X

- Los de los huecos de las ventanas: asociados a cada muro y siendo en cada uno su longitud el perímetro de los huecos del mismo. Los valores de los puentes térmicos en los huecos de las ventanas y son 0,04 W/m·K.

8.5. Instalaciones

En esta ventana describimos los equipos con los que cuenta nuestro edificio agrupados en los siguientes grupos:

Instalaciones del edificio

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="radio"/> Equipo de ACS | <input type="radio"/> Contribuciones energéticas |
| <input type="radio"/> Equipo de sólo calefacción | <input type="radio"/> Equipos de iluminación |
| <input type="radio"/> Equipo de sólo refrigeración | <input type="radio"/> Equipos de aire primario |
| <input type="radio"/> Equipo de calefacción y refrigeración | |
| <input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción y ACS | |
| <input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS | |

Figura 95. Posibles instalaciones CE3X

➤ Equipos de iluminación

En cuanto a la iluminación tenemos 3 zonas diferentes por el uso al que están destinadas. En cada una conocemos tanto el tipo de luminarias como la potencia instalada. Estos datos se encuentran en una hoja Excel en la documentación relativa al PHPP en la carpeta de Electricidad y dentro de esta en la de Iluminación.

En esta hoja me aparecen todos los elementos de los que se dispone, pero al trabajar con el CTE yo solo tengo que introducir las cargas destinadas a la iluminación de uso cotidiano. Por ello restamos las potencias de los elementos de emergencia. Aunque esto no supone una gran diferencia no deja de ser un punto de discrepancia entre los dos modelos que se debe remarcar.

Resumen Iluminación Interior							
VESTÍBULO							
Id	Zona	Elemento	Tipo	Cantidad	Ud	Consumo W	Consumo A Total W
EE-22		Iluminación Mesas Vestibulo	Arkosligh Shot Light	12	Ud	2	24
EE-24		Iluminación Marcos Vestibulo	Tira LED	10,5	mts	14,4	151,2
EE-28		Iluminación Armario Sillas	Tira LED	3	mts	14,4	43,2
EE-29		Iluminación Logo Corporeo Interior	Tira LED	1,2	mts	14,4	17,28
EE-33		Iluminación Emergencia Vestibulo	F-80L	2	Ud	0,25	0,5
							235,68
SALA PRINCIPAL							
EE-18		Lampara PVC - Interior	Módulos fabricados especialmente	364	ud	1	364
EE-19		Iluminación Expositores Pivotantes	Arkosligh Hubble	8	Ud	7	56
EE-20		Iluminación Mesas sala principal	Arkosligh Shot Light	32	Ud	2	64
EE-23		Iluminación Expositor escuadras	Tira LED	6	mts	14,4	86,4
EE-30		Iluminación Emergencia Sala Principal - Entrada y Sobre pantalla ex	F-200	2	Ud	0,25	0,5
EE-31		Iluminación Emergencia Sala Principal - Paneles Expositor Pivotant	F-500	4	Ud	0,25	1
EE-32		Iluminación Emergencia Sala Principal - Armario Sillas	F-200	1	Ud	0,25	0,25
							572,15
OFFICE Y ASEOS							
EE-21		Iluminación Entrada aseos	Arkosligh Shot Light	4	Ud	2	8
EE-25		Iluminación Aseos Hombre	Tira LED	6,63	mts	14,4	95,472
EE-26		Iluminación Aseos Mujer	Tira LED	7,63	mts	14,4	109,872
EE-27		Iluminación Office	Tira LED	2,1	mts	14,4	30,24
EE-34		Iluminación Emergencia entrada aseos	F-80L	1	Ud	0,25	0,25
EE-35		Iluminación Emergencia Office	F-200L	1	Ud	0,25	0,25
							244,084

Figura 96. Iluminación PHPP

Las superficies de cada zona las obtenemos de los planos de CAD. No hay hecho un estudio de iluminación así que damos por válidos los valores de iluminancia que nos da el programa para cada tipo de uso del desplegable.

	Nombre	Zona	Superficie (m2)	Zona representación	Actividad	Modo definición	Potencia (W)	Iluminancia (lux)
1	Iluminación - Office y Aseos	Edificio Objeto	13.03	No	Zonas comunes	Conocido(ensayado/justificado)	243.6	100
2	Iluminación - Sala Principal	Edificio Objeto	98.83	No	Aulas y laboratorios	Conocido(ensayado/justificado)	570.4	500
3	Iluminación - Vestibulo	Edificio Objeto	29.4	No	Aulas y laboratorios	Conocido(ensayado/justificado)	235.7	500

Figura 97. Iluminación CE3X

➤ Equipo de aire primario

El equipo de aire primario se refiere a la ventilación mecánica con recuperador de calor. Los datos de este están en el PHPP en la ventana de “Ventilación”. El caudal de ventilación es el resultado de calcular el de impulsión y el de extracción necesarios y quedarnos con el mayor, igual que en el CTE y son 390 m³/h. El rendimiento estacional es 87%.

Equipos de aire primario

Nombre Zona

Características

Caudal de ventilación m3/h

¿Tiene recuperador de calor?

Rendimiento estacional %

Figura 98. Ventilación + Recuperador de calor CE3X

➤ Equipos de calefacción y refrigeración

Ya comentamos antes la necesidad de introducir una demanda de ACS y de un equipo para satisfacerla, aunque la realidad sea que no se cuenta con este equipo. Nuestro equipo de calefacción y refrigeración está formado por unos splits capaces de realizar ambas funciones. Vamos a introducir al programa las dos unidades MUEX-18-H6.2 y, para no meter en la hoja un nuevo equipo de ACS, vamos a introducir un equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS junto con el split MUPR-12-H6. CE3X nos pide introducir los datos de rendimiento estacional en calefacción y refrigeración en %, estos los tengo en las fichas técnicas de los aparatos y son, en tanto por uno, el SCOP (factor de eficiencia energética estacional en calefacción) y el SEER (factor de eficiencia energética estacional en refrigeración), por lo que los multiplico por 100 para meterlos en el programa.

Equipo	Unidades	SCOP	SEER
MUEX-18-H6.2	2	4,0	6,3
MUPR-12-H6	1	4,2	6,7

Tabla 3. Equipos de calefacción y refrigeración

El split MUPR se encarga de la aclimatación del vestíbulo, luego la demanda que cubre se referirá a su superficie útil de 28,82 m². Como ya hemos dicho, lo introducimos como equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS:

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Nombre: Calefacción, refrigeración y ACS (MUPR-12-H6) Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Equipo de Rendimiento Constante
Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m ²)	141,25	28,82	28,82
Porcentaje (%)	100	20,4	20,4

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Conocido (Ensayado/justificado)

A.C.S	Rendimiento medio estacional	100	%
Calefacción	Rendimiento medio estacional	420	%
Refrigeración	Rendimiento medio estacional	670	%

Tabla 4. Equipo de calefacción y refrigeración + ACS CE3X

Los MUEX trabajan en el resto de las salas, por lo que su superficie útil de actuación será la suma de ellas entre 2 (la mitad para cada equipo porque se introducen de manera individual), entonces 56.22 m². Introducimos el mismo equipo con las mismas características dos veces en CE3X.

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre	Calefacción y refrigeración (1/2 MUEX-18-H6.1		Zona	Edificio Objeto	
<i>Características</i>			<i>Demanda cubierta</i>		
Tipo de generador	Equipo de Rendimiento Constante		Calefacción	Refrigeración	
Tipo de combustible	Electricidad		Superficie (m2)	56.22	56.05
			Porcentaje (%)	39.8	39.68
<i>Rendimiento medio estacional</i>					
Rendimiento estacional	Conocido (Ensayado/justificado)				
Calefacción	Rendimiento medio estacional	400	%		
Refrigeración	Rendimiento medio estacional	630	%		

Tabla 5. Equipo de calefacción y refrigeración CE3X

9. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE SG SAVE

El programa básico que empleamos es Sketchup, un software de modelado 3D muy utilizado en arquitectura. Dentro de este tenemos distintas extensiones de las que nos vamos a servir.

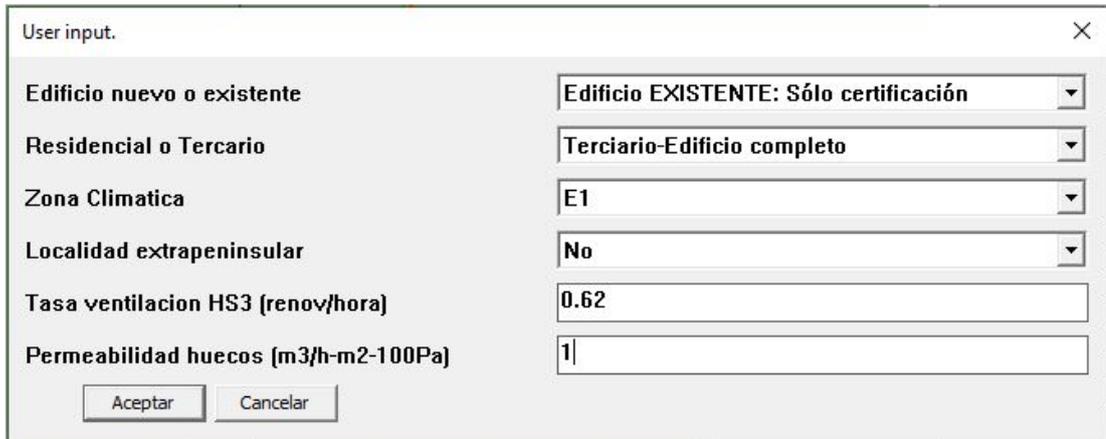
OpenStudio es una de ellas y está formado por un conjunto de aplicaciones que permiten modelar edificios y simularlos con EnergyPlus (que es el programa de simulación térmica de los edificios más avanzado que existe) a través de un interfaz gráfico, como es en este caso Sketchup.

SG Save es un software reconocido para la certificación energética de edificios que realiza la verificación del DB HE0 y DB HE1 del Código Técnico de la Edificación. Permite modelar el edificio con SketchUp y utiliza como motor de cálculo EnergyPlus. Con él se pueden hacer estudios de la demanda y el consumo energético de los edificios.

9.1. Datos iniciales

Abriremos SketchUp y crearemos un nuevo proyecto en la extensión de SG Save. Esto se guarda en la ruta “C:\OS1\proyectos\” y si se pasa el archivo a otro ordenador debe guardarse en la misma ruta.

Al crear el archivo desde SG Save el programa nos pide unos datos que completamos introduciendo los mismos valores que teníamos ya del CE3X:



Edificio nuevo o existente	Edificio EXISTENTE: Sólo certificación
Residencial o Terciario	Terciario-Edificio completo
Zona Climática	E1
Localidad extrapeninsular	No
Tasa ventilación HS3 (renov/hora)	0.62
Permeabilidad huecos [m3/h-m2-100Pa]	1

Acceptar Cancelar

Figura 99. Datos iniciales SG Save

Es un edificio existente del que solo queremos realizar la certificación y no una propuesta de reforma.

El uso no es residencial, sino terciario.

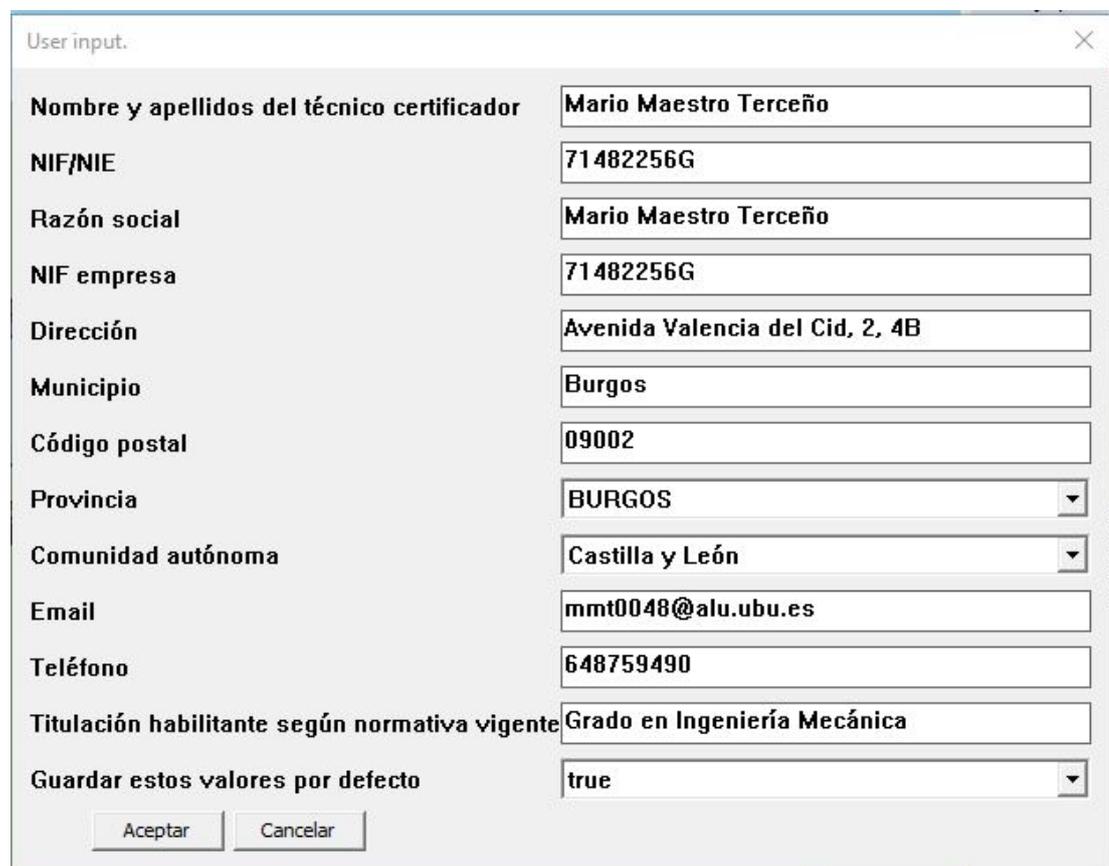
La zona climática de Burgos es la E1 y estamos dentro de la península ibérica.

Las renovaciones por hora que tenemos con el sistema de ventilación son 0,62.

La permeabilidad de los huecos se refiere a las carpinterías y su valor es 1.

9.2. Datos administrativos

Entre ellos se encuentran los datos del técnico certificador, que en este caso serían mis propios datos:



Nombre y apellidos del técnico certificador	Mario Maestro Terceño
NIF/NIE	71482256G
Razón social	Mario Maestro Terceño
NIF empresa	71482256G
Dirección	Avenida Valencia del Cid, 2, 4B
Municipio	Burgos
Código postal	09002
Provincia	BURGOS
Comunidad autónoma	Castilla y León
Email	mmt0048@alu.ubu.es
Teléfono	648759490
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica
Guardar estos valores por defecto	true

Aceptar Cancelar

Figura 100. Datos del técnico certificador SG Save

Y los datos del edificio, facilitados por Veka y por el catastro:

User input.	
Nombre del edificio	Showeoom Veka
Dirección	Calle López Bravo, 58
Municipio	Burgos
Código postal	09001
Provincia	BURGOS
Comunidad autónoma	Castilla y León
Año de construcción	2018
Plantas sobre rasante	1
Plantas bajo rasante	0
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	construcción
Referencia/s catastral/es	9218004VM3981S0001YM
<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Figura 101. Datos del edificio SG Save

9.3. Dibujo en planta del edificio

A diferencia de CE3X este software sí trabaja con un modelo del edificio y tiene en cuenta su forma y sus particiones interiores según los distintos usos de las mismas.

Antes de dibujar nada vamos a establecer los criterios en los que nos vamos a basar para evitar situaciones conflictivas y obtener unos resultados lo más fieles posibles: Intentamos trazar la línea del perímetro por el interior, ya que es lo que nos envuelve el aire interior que tenemos que calefactar.

Los quiebros en la sección dan muchos problemas, por lo que los vamos a evitar dirigiendo las líneas de tal forma que envuelvan la mayor superficie, porque esta es la situación más desfavorable.

Las alturas dibujadas serán las que tenemos entre el suelo acabado y la cubierta acabada. En el caso de tener un desnivel lo omitimos y cogemos el punto medio.

Los espacios se crean en función de su uso y condiciones, por tanto, crearemos los siguientes:

- 1- Sala principal
- 2- Vestíbulo
- 3- Office
- 4- Aseos en conjunto

Ya que tenemos los planos en formato CAD nos vamos a servir de ellos para facilitar el trabajo de dibujo: Dibujamos sobre una vista de la planta del edificio las líneas que formarán la planta que usaremos en SketchUp (las de color amarillo en la Figura).

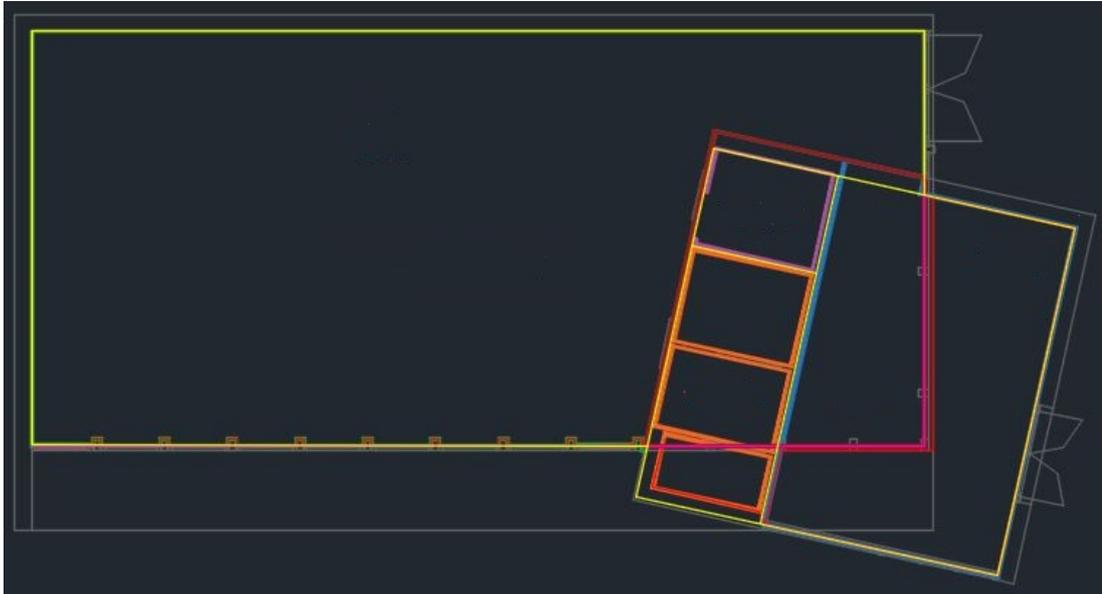


Figura 102. Planta CAD y SketchUp

Una vez dibujado en CAD tomamos las medidas y lo vamos dibujando en SketchUp. Este edificio consta de ciertos espacios incrustados dentro de otro, por lo que es una geometría un tanto problemática a la hora de dibujarla en el software.

Paso a paso este sería el procedimiento seguido para hacerlo:

1. Creamos un espacio que será el correspondiente a la sala principal y, entrando en él, dibujamos la planta de esta.
2. Dibujamos la planta de las salas incrustadas y la movemos y giramos hasta localizarla en su sitio en ese mismo espacio.
3. Extruímos la sala principal con el criterio de la altura que hemos establecido anteriormente.
4. Extruímos el resto con su altura.
5. Creamos un nuevo espacio para el vestíbulo
6. Jugando con las vistas dibujamos su planta apoyándonos en lo que ya tenemos dibujado y le damos volumen.
7. Repetimos la jugada para el office y los aseos.
8. Entrando en el espacio de la sala principal vamos borrando las aristas y superficies que no correspondan a esta. Sí mantendremos las aristas de las intersecciones con particiones contiguas.
9. Revisamos que todos los espacios tengan sus superficies y todas las aristas correspondientes a particiones contiguas.

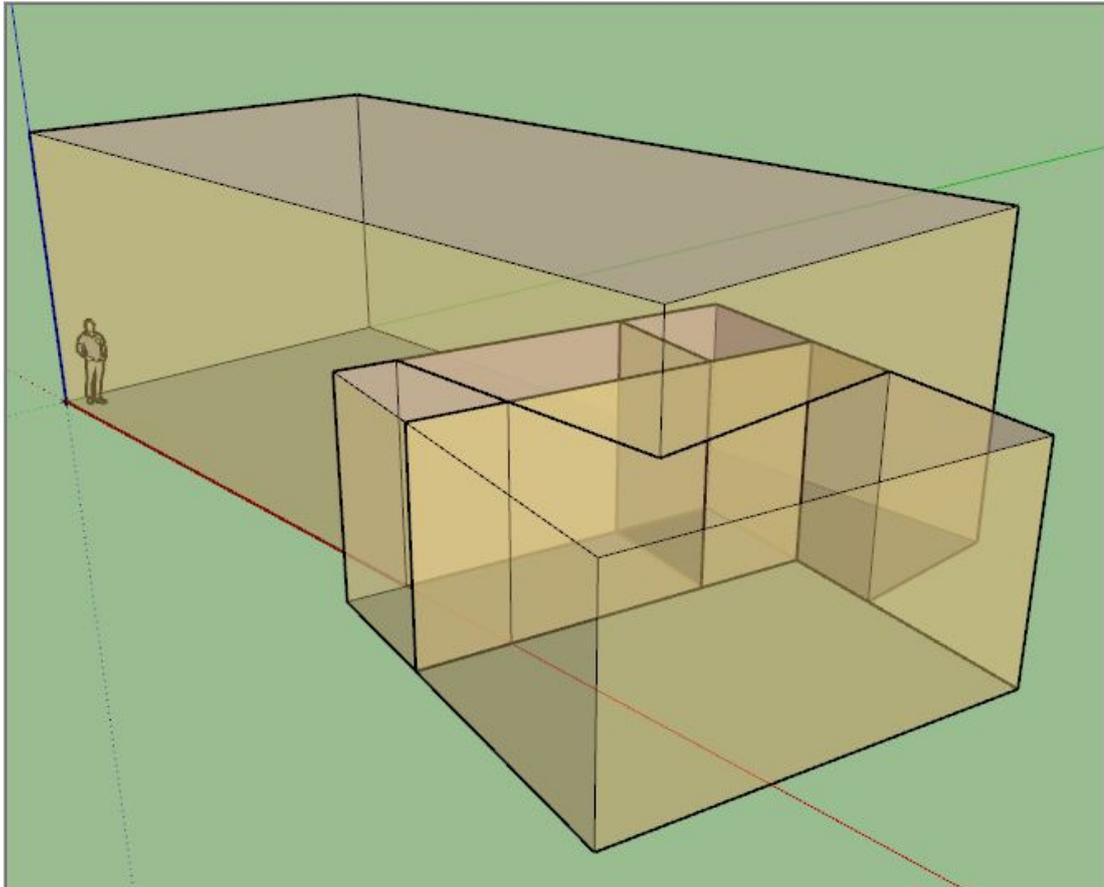


Figura 103. Modelo inicial con superficies transparentes

9.4. Distinción de las superficies interiores y exteriores

Cuando tenemos todo dibujado utilizamos la herramienta de “Intersectar espacios en todo el modelo” por si nos hemos dejado algo por dibujar y después usamos la de “Emparejar todo el modelo”. Lo que hace esta es distinguir las paredes interiores de las exteriores. Las interiores serán las que estén dibujadas en dos espacios contiguos. En la vista según las condiciones las interiores las veremos de color verde y las exteriores en azul.

Comprobamos con el “Inspector” las propiedades de cada superficie: Que sean suelo, pared o techo; superficie interior, exterior o suelo; y que estén o no expuestas al sol y al viento.

Una vez comprobado que todo está bien lo verificamos con la extensión de SG Save. La manera es primero seleccionar todos los espacios y utilizar “Define los espacios habitables”. Después empleamos “Crea y simula el edificio de referencia” para que el software calcule las limitaciones que debe cumplir el edificio. Posteriormente “Crea y verifica el edificio del HE1” para comprobar si esas limitaciones se cumplen o no. Si las dos simulaciones se realizan correctamente sin errores es que lo hemos hecho bien y no hay fallos en el modelo dibujado. Si los hubiera aparecería un informe de error que no permitiría concluir alguna de las simulaciones.

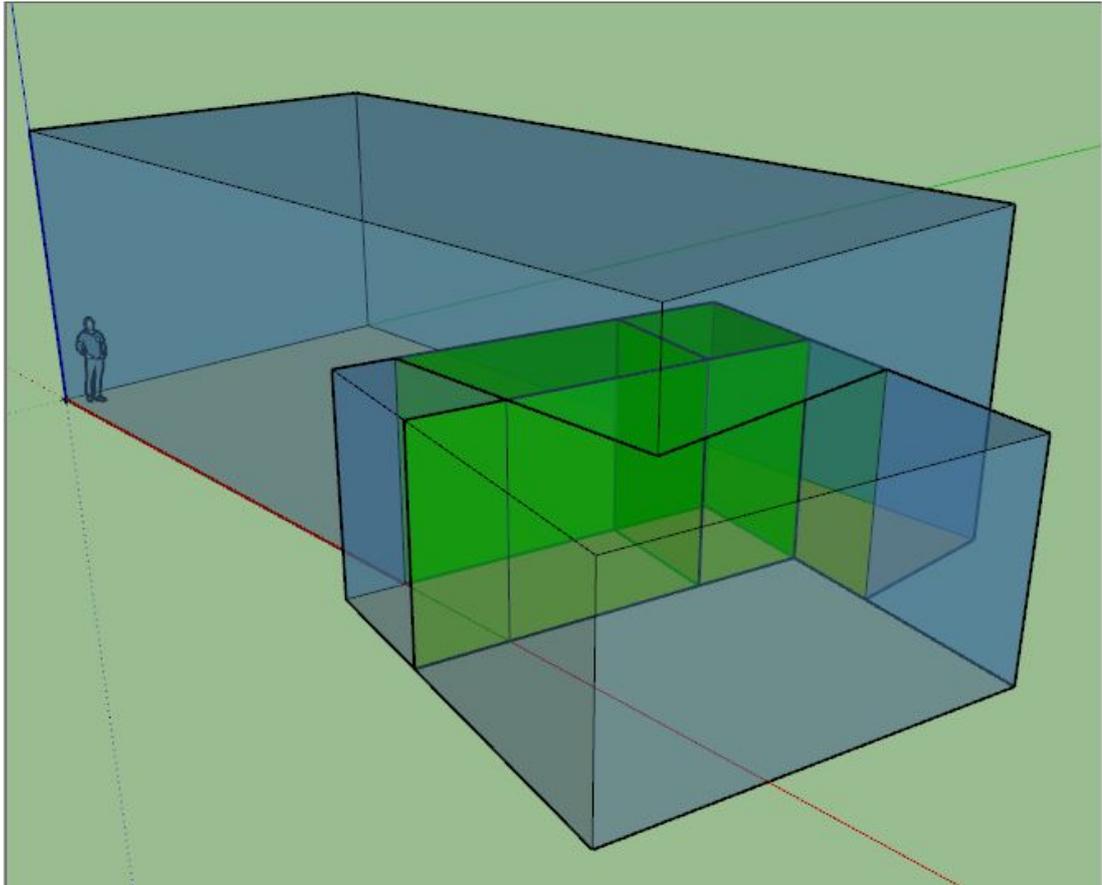
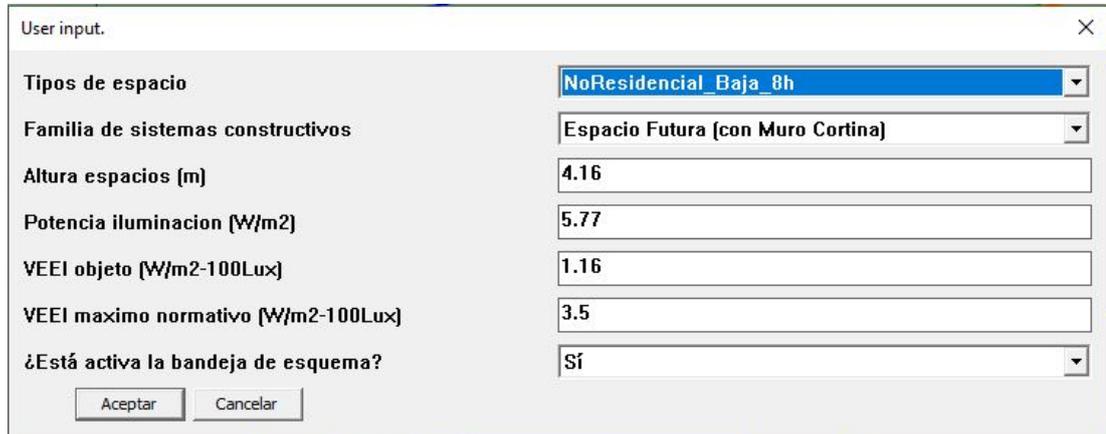


Figura 104. Distinción entre superficies interiores (verde) y exteriores (azul)

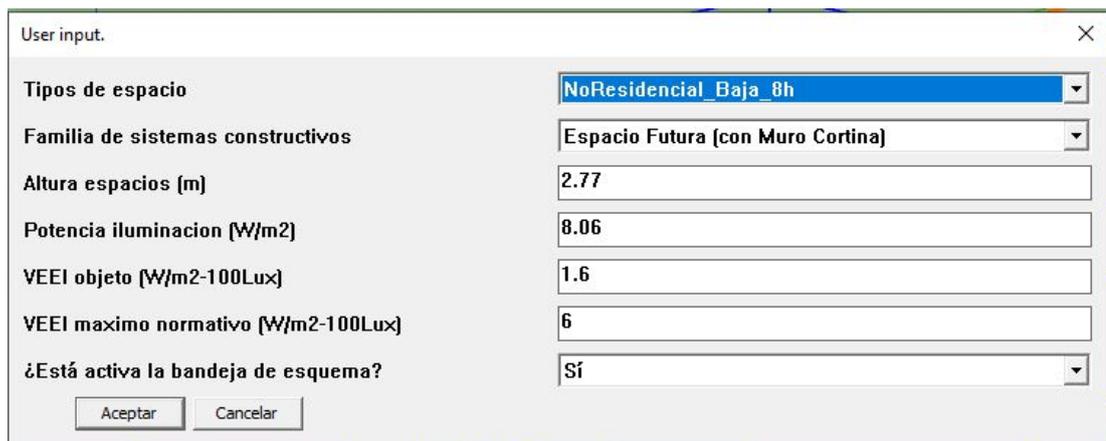
9.5. Definir espacios habitables

Asignamos las características apropiadas a cada espacio con la herramienta “Define espacios habitables”. Uno a uno vamos seleccionando cada espacio y añadiendo en esta ventanas sus características



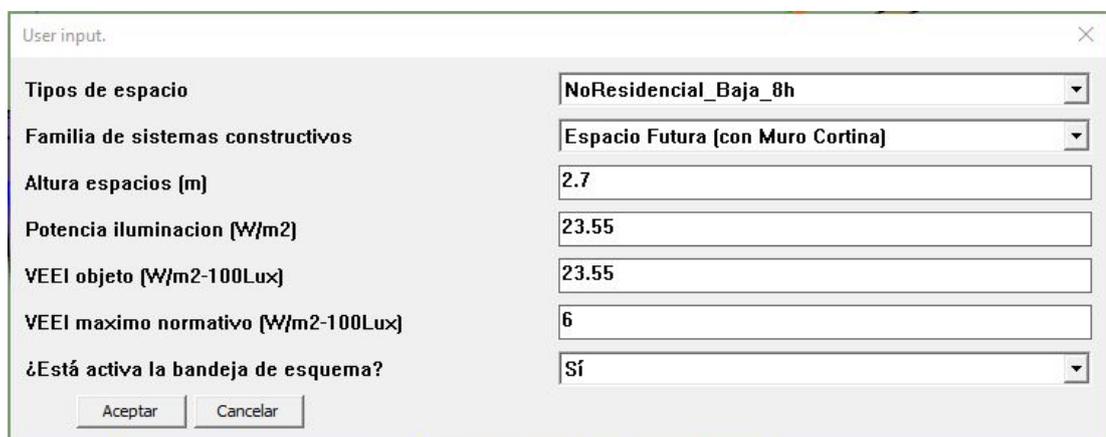
Tipos de espacio	NoResidencial_Baja_8h
Familia de sistemas constructivos	Espacio Futura [con Muro Cortina]
Altura espacios (m)	4.16
Potencia iluminacion (W/m2)	5.77
VEEL objeto (W/m2-100Lux)	1.16
VEEL maximo normativo (W/m2-100Lux)	3.5
¿Está activa la bandeja de esquema?	Sí

Figura 105. Definición como espacio habitable - Sala principal



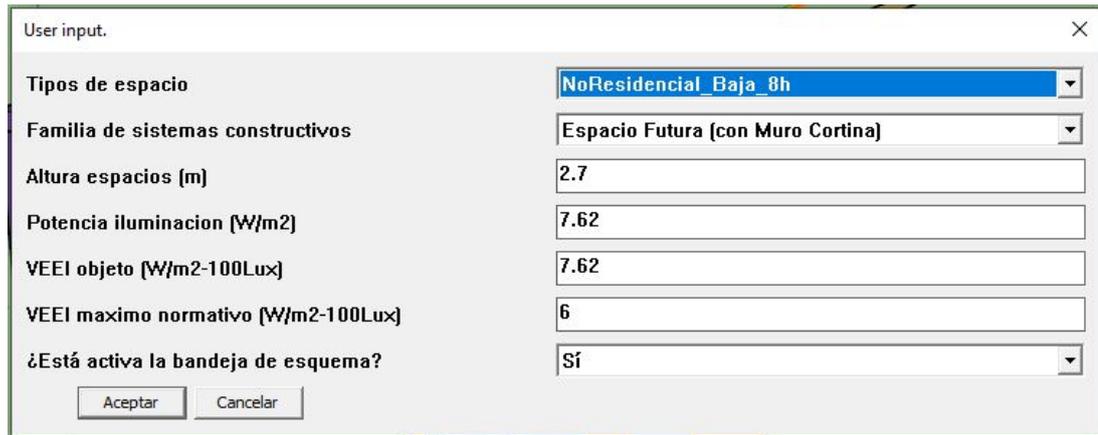
Tipos de espacio	NoResidencial_Baja_8h
Familia de sistemas constructivos	Espacio Futura [con Muro Cortina]
Altura espacios (m)	2.77
Potencia iluminacion (W/m2)	8.06
VEEL objeto (W/m2-100Lux)	1.6
VEEL maximo normativo (W/m2-100Lux)	6
¿Está activa la bandeja de esquema?	Sí

Figura 106. Definición como espacio habitable – Vestíbulo



Tipos de espacio	NoResidencial_Baja_8h
Familia de sistemas constructivos	Espacio Futura [con Muro Cortina]
Altura espacios (m)	2.7
Potencia iluminacion (W/m2)	23.55
VEEL objeto (W/m2-100Lux)	23.55
VEEL maximo normativo (W/m2-100Lux)	6
¿Está activa la bandeja de esquema?	Sí

Figura 107. Definición como espacio habitable – Aseos



Tipos de espacio	NoResidencial_Baja_8h
Familia de sistemas constructivos	Espacio Futura [con Muro Cortina]
Altura espacios (m)	2.7
Potencia iluminacion (W/m2)	7.62
VEEI objeto (W/m2-100Lux)	7.62
VEEI maximo normativo (W/m2-100Lux)	6
¿Está activa la bandeja de esquema?	Sí

Figura 108. Definición como espacio habitable - Office

El tipo de espacio según su perfil de uso es el no residencial de intensidad baja 8h.

En familia de sistemas constructivos, en principio, asignamos <Ninguno> ya que vamos a tener 3 tipos distintos de muros y esta opción solo nos permite trabajar con uno. Pero más tarde esto traía problemas consigo debido a que el programa no guardaba los cambios realizados, por lo que creamos una familia y la seleccionamos aquí. Pero de esto hablaremos más adelante.

La altura de los espacios se refiere ahora a la altura interior, es decir, desde el suelo acabado hasta la primera capa interior de la cubierta. En el caso de la sala principal, que tiene dos alturas, será el resultado del cálculo de la media ponderada:

$$h_{sala\ principal} = \frac{4,85 * 99,01 + 1,31 * 23,92}{99,01 + 23,92} = 4,16\ m$$

La potencia de iluminación la obtenemos en cada caso dividiendo la potencia eléctrica de cada espacio entre su superficie útil.

El VEEI es el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación y lo debemos calcular para cada espacio. El DB-HE3-Punto 2.1 nos explica cómo hacerlo.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

- 1 La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de *eficiencia energética de la instalación* VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

(2.1)

siendo

P la potencia de la *lámpara* más el *equipo auxiliar* [W];
S la superficie iluminada [m²];
E_m la *iluminancia media horizontal mantenida* [lux]

Figura 109. VEEI objeto. DB-HE3-Punto 2.1

El VEEI máximo normativo aparece en el DB-HE3-Tabla 2.1 y es un valor empleado para establecer una potencia de iluminación útil adecuada a la iluminancia de cada sala. Cogemos el valor de “aulas y laboratorios” para la sala principal y el de “zonas comunes en edificios no residenciales” para el resto de espacios.

En algunos casos el VEEI del edificio supera al máximo establecido, lo cual significa que probablemente con menor potencia de iluminación conseguiríamos la iluminación necesaria.

- 2 Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. Estos valores incluyen la *iluminación general* y la *iluminación de acento*, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Figura 110. VEEI máximo. DB-HE3-Tabla 2.1

Espacio	Potencia (W)	Superficie (m ²)	Iluminancia (lux)	VEEI objeto	VEEI máximo
Sala principal	570,40	98,30	500	1,16	3,50 (aula)
Vestíbulo	235,68	29,40	500	1,60	6,00 (zona común)
Aseos	213,34	9,06	100	23,55	6,00 (zona común)
Office	30,24	3,97	100	7,62	6,00 (zona común)

Tabla 6. Datos para el cálculo del VEEI objeto

9.6. Materiales

Para crear la librería de materiales con la que posteriormente crearemos los sistemas constructivos, utilizo la herramienta de SG Save “Define material”.

Se abre una librería que es similar a la que tiene CE3X. Esta es estándar y está aprobada por el CTE. A partir de ella creamos nuestros materiales. Una diferencia con el CE3X es que aquí al crear los cerramientos no puedo variar el espesor de las capas, por tanto, debo crear tantos materiales como espesores distintos utilizemos para el proyecto. Como no puedo crear una nueva carpeta guardo mis materiales en la carpeta “Otros”. Los guardo con su nombre acompañado del espesor, para así identificar rápidamente el material que necesito en cada caso. Los materiales en los que nos basamos con sus correspondientes se encuentran en la siguiente lista:

- Lana mineral de 0,031 → Lana Mineral EF 0,32; 0,05 y 0,2
- Tablero contrachapado 350<d<450 → Tablero EF 0,015 y 0,017
- EPS Poliestireno expandido 0,029 → Neopor EF 0,06
- EPS Poliestireno expandido 0,029 → EPS Neopor EF 0,1
- XPS Expandido con CO₂ 0,034 → XPS 500 EF 0,2
- Hormigón en masa 2300 < d < 2600 → Hormigón de limpieza EF 0,1
- Tablero Contrachapado 350<d<450 → Madera Laminada EF 0,2
- MW Lana mineral [0,031 W/[mK] → Lana Mineral Acústica EF 0,005
- Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650 → Tablero OSB EF
- Mortero de cemento para revoco/enlucido 1250<d<1450 → Mortero EF 0,01
- Conífera de peso medio 435 < d < 520 → Acabado en Madera EF 0,017
- Cámara de aire de 5 cm
- Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 → Placa Cartón Yeso EF 0,013
- Hormigón armado 2300 < d < 2500 → Losa de hormigón EF

Las características que nos dan son:

Características del material	
Nombre:	<input type="text"/>
Espesor [m]:	<input type="text"/>
Conductividad [W/mK]:	<input type="text"/>
Densidad [kg/m ³]:	<input type="text"/>
Calor específico [J/kgK]:	<input type="text"/>
Difusidad vapor de agua:	<input type="text"/>
Grupo:	Otro <input type="text"/> <input type="button" value="v"/>

Figura 111. Datos de los materiales SG Save

9.7. Vidrios

Dibujamos las ventanas sobre las superficies de las paredes. Tenemos que tener en cuenta que el modelo tiene unas dimensiones que no son las exteriores, por lo que tendremos que encajar las ventanas de la mejor manera posible. Los criterios que voy a seguir son:

Dibujar las ventanas con las dimensiones reales de los huecos.

No dibujar nunca desde las aristas de las superficies, ya que da problemas. Dejar siempre una pequeña separación.

Ajustar las ventanas al espacio que tengamos en las paredes.

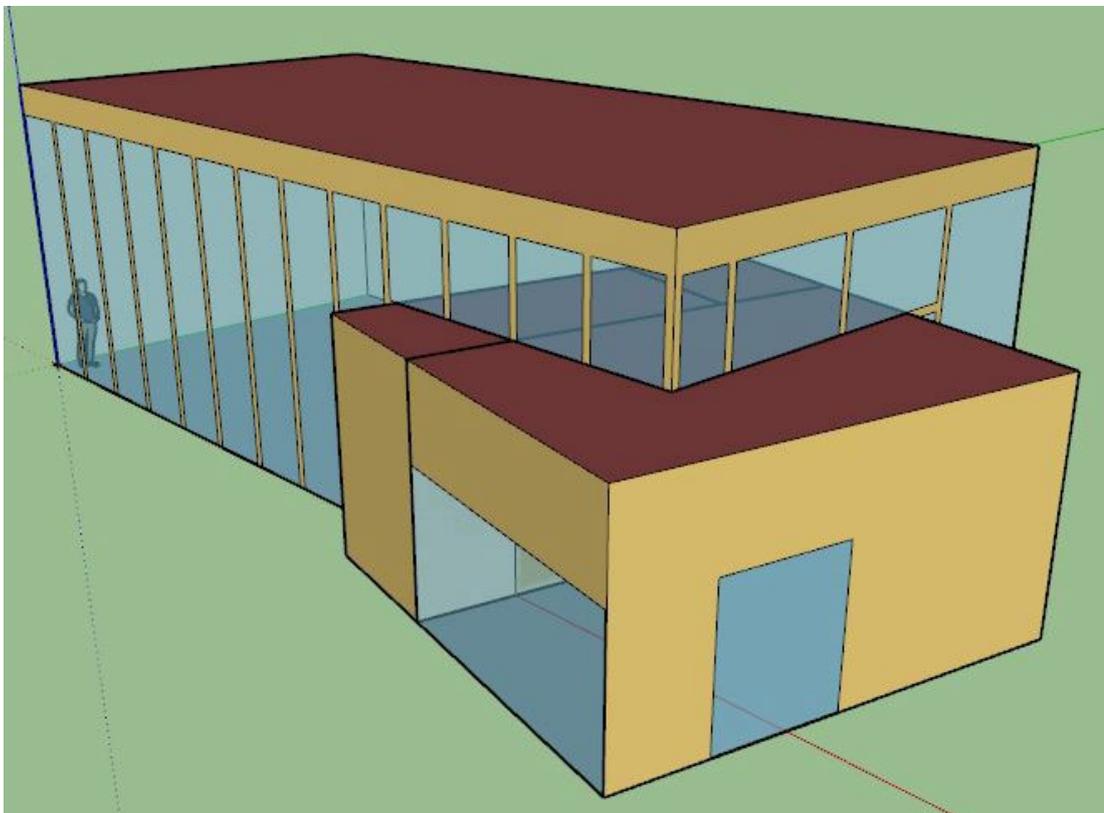


Figura 112. Modelo con ventanas

En el caso de los materiales de los vidrios, utilizo la herramienta “Define vidrio”. Solo tenemos un tipo de vidrio:

Características del vidrio	
Nombre:	Triple acristalamiento con gas argón EF
Trans. térmica U[W/m ² K]:	0.52
Factor solar []:	0.72
Transmisividad visible []:	0.76
Grupo:	Otro ▼

Figura 113. Vidrio con triple acristalamiento y gas argón SG Save

9.8. Sistemas constructivos

Combinando los materiales definidos podemos crear los distintos cerramientos del edificio con la herramienta “Define el sistema constructivo”.

Solo tenemos que poner un nombre y arrastrar de la librería los materiales ordenándolos desde el exterior hacia el interior para crear cada cerramiento. Obtendremos los mismos cerramientos que en CE3X más el suelo, las paredes interiores y el techo interior del cubo pequeño.

Nombre
del sistema constructivo:

Capas que componen el cerramiento
Orden de capas: primero las más externas

Tablero EF 0.015	0.015	ⓧ ⬇
Lana mineral EF 0.32	0.32	⬆ ⓧ ⬇
Tablero EF 0.015	0.015	⬆ ⓧ ⬇
EPS Neopor EF 0.1	0.1	⬆ ⓧ ⬇

Figura 114. Cerramiento Cubierta SG Save

Nombre
del sistema constructivo:

Capas que componen el cerramiento
Orden de capas: primero las más externas

Acabado en Madera EF 0.0	0.017	✕	↕
Cámara de aire ligerament	0.05	✕	↕
Lana mineral EF 0.2	0.2	✕	↕
Tablero EF 0.015	0.015	✕	↕
Neopor EF 0.06	0.06	✕	↕
Lana mineral Acústica EF	0.05	✕	↕

Figura 115. Cerramiento Muro exterior 1 (pequeño) SG Save

Nombre
del sistema constructivo:

Capas que componen el cerramiento
Orden de capas: primero las más externas

Mortero EF 0.01	0.01	✕	↕
Lana mineral EF 0.2	0.2	✕	↕
Tablero EF 0.015	0.015	✕	↕
Neopor EF 0.06	0.06	✕	↕
Lana mineral Acústica EF	0.05	✕	↕

Figura 116. Cerramiento Muro exterior 2 (grande) SG Save

Nombre
del
sistema
constructivo:

Capas que componen el cerramiento
Orden de capas: primero las más externas

Madera Laminada EF 0.2	0.2	⊗	↺	↻
Neopor EF 0.06	0.06	⊗	↺	↻

Figura 117. Cerramiento Muro Cortina SG Save

Con este software sí podemos introducir un suelo con sus materiales especificados y sin limitaciones a la hora de obtener su transmitancia térmica:

Nombre
del
sistema
constructivo:

Capas que componen el cerramiento
Orden de capas: primero las más externas

Hormigón de limpieza EF (0.1	⊗	↺	↻
XPS 500 EF 0.2	0.2	⊗	↺	↻
Losa de hormigón EF	0.35	⊗	↺	↻
Madera Laminada EF 0.2	0.2	⊗	↺	↻

Figura 118. Cerramiento Suelo SG Save

Los cerramientos internos son algo problemáticos debido a que en la superficie de cada espacio contiguo se debe introducir el mismo cerramiento, pero en orden invertido para que el programa reconozca que son la misma pared y no de problemas. Esto es bastante engorroso por la cantidad de construcciones que habría que crear y la atención necesaria para asignarlos correctamente.

Como estos elementos no forman parte de la envolvente térmica, vamos a hacer que los cerramientos interiores sean simétricos y así conseguimos evitar esos problemas posteriores al asignarlos a las superficies.

Nombre
del sistema constructivo:

Capas que componen el cerramiento

Orden de capas: primero las más externas

Placa Cartón Yeso EF 0.0	0.013	⊗	⬇
Lana mineral EF 0.05	0.05	⊗	⬆
Placa Cartón Yeso EF 0.0	0.013	⊗	⬇

Figura 119. Cerramiento Pared Interior SG Save

Nombre
del sistema constructivo:

Capas que componen el cerramiento

Orden de capas: primero las más externas

Tablero EF 0.015	0.015	⊗	⬇
Lana mineral EF 0.2	0.2	⊗	⬆
Tablero EF 0.015	0.015	⊗	⬇

Figura 120. Cerramiento Techo-Suelo SG Save

9.9. Familia de sistemas constructivos

Una de estas familias está formada por sistemas constructivos asignados a cada tipo de cerramiento en el siguiente formato:

Cerramientos exteriores		
Paredes	Suelos	Techos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cerramientos interiores		
Paredes	Suelos	Techos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cerramientos con el terreno		
Paredes	Suelos	Techos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Huecos exteriores		
Ventanas fijas	Ventanas practicables	Puertas
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lucernarios	Huecos sobre puerta	Tubos de luz
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Huecos interiores		
Ventanas fijas	Ventanas practicables	Puertas
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lucernarios	Huecos sobre puerta	Tubos de luz
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 121. Familia de sistemas constructivos SG Save

Para nosotros no es realmente interesante el trabajar con esto debido a que tenemos distintos cerramientos exteriores y esto solo nos permite trabajar con uno, pero como a la hora de definir los espacios habitables se nos pide introducir una familia y el software da problemas si asignamos la opción de <Ninguno> vamos a crear una.

La asignamos a los espacios y después vamos superficie por superficie asignando el sistema constructivo adecuado a cada una.

9.10. Asignar a cada superficie su sistema constructivo

Como hemos descartado la opción de utilizar las Familias constructivas por tener la limitación de que solo se podría trabajar con un tipo de muro, tenemos que introducir los sistemas constructivos a cada superficie de manera manual e individual. Para ello entramos en un espacio, seleccionamos una superficie, abrimos el “Inspector” y en el desplegable de “Construction Name” seleccionamos el sistema constructivo que queremos asignarle. Debemos repetir esto para todas las superficies.

Con las ventanas hacemos lo mismo. En el mismo desplegable aparecerá el vidrio que hemos creado.

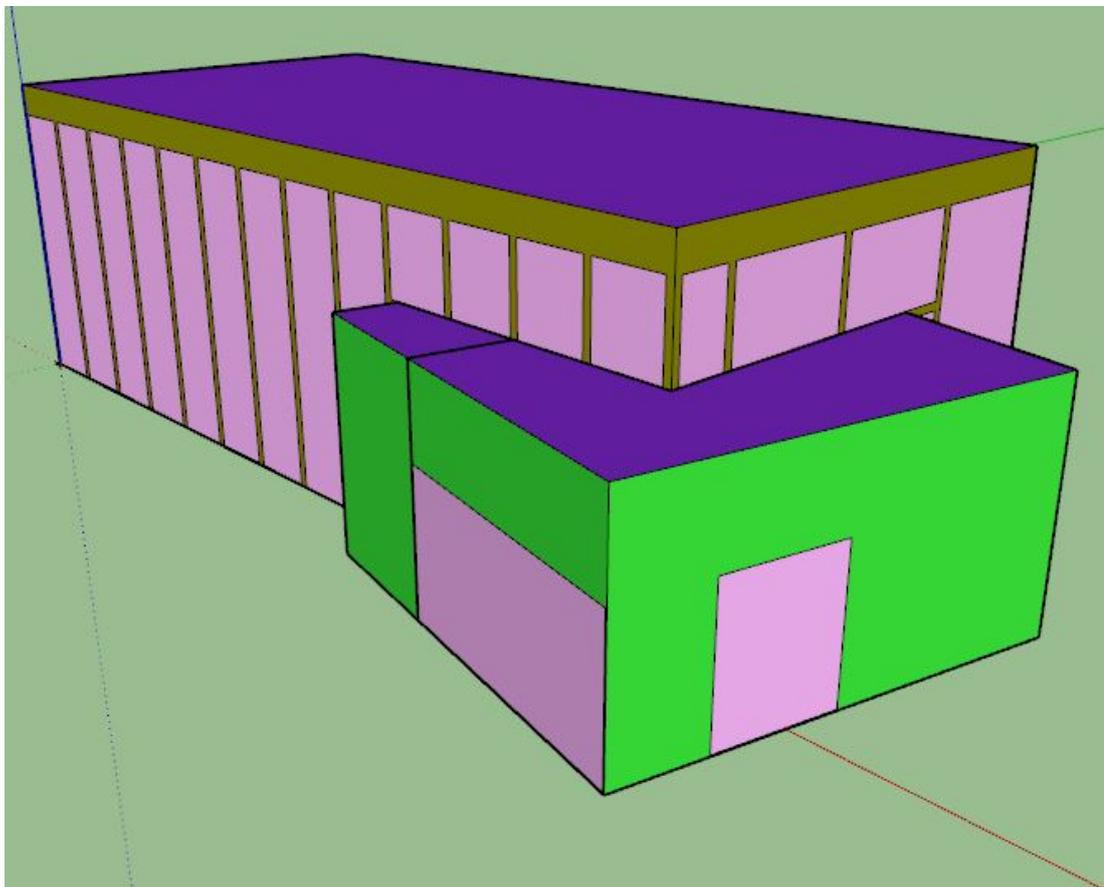
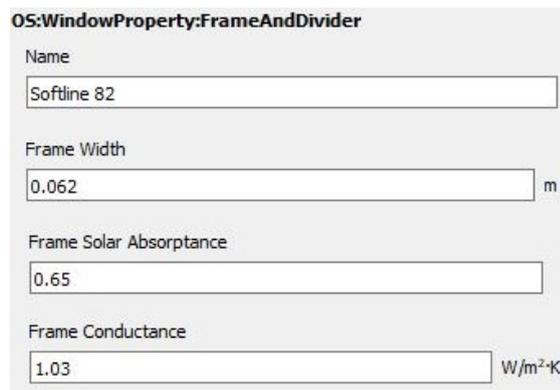


Figura 122. Modelo con los sistemas constructivos asignados

9.11. Carpinterías

Tenemos que crear las carpinterías en el “Inspector” seleccionando una ventana. Estas se encuentran en el apartado “OS: Window Property: Frame And Divider”. Nos aparecen todas las carpinterías que se han creado automáticamente al crear las ventanas. Copiamos una cualquiera y la personalizamos con las características de la carpintería Softline 82 de Veka:



OS: Window Property: Frame And Divider

Name
Softline 82

Frame Width
0.062 m

Frame Solar Absorptance
0.65

Frame Conductance
1.03 W/m²·K

Figura 123. Carpinterías SG Save

9.12. Sombras

Las sombras se introducen como si fueran espacios con “New shading Surface group”. Creamos tantos elementos como elementos sombras haya. Estos serán:

- Voladizo del muro cortina sur: de 1,60 metros.
- Voladizo del muro cortina este: de 0,10 metros.
- Lateral de la fachada oeste: hace de soporte del voladizo sur.
- Edificio de oficinas: situado al sur este, da algo de sombra por las mañanas.

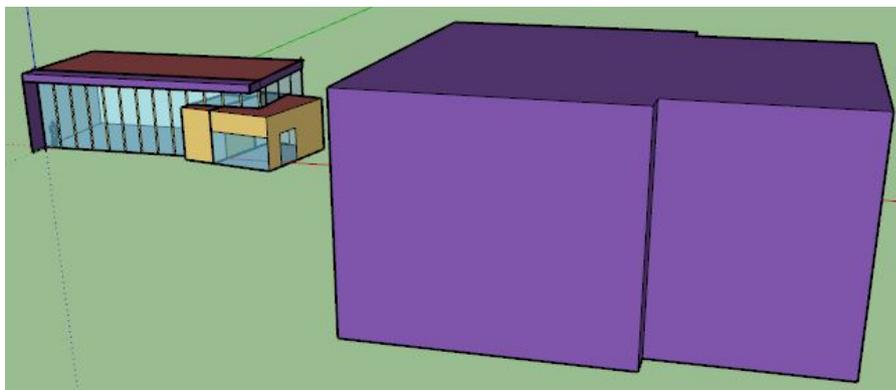
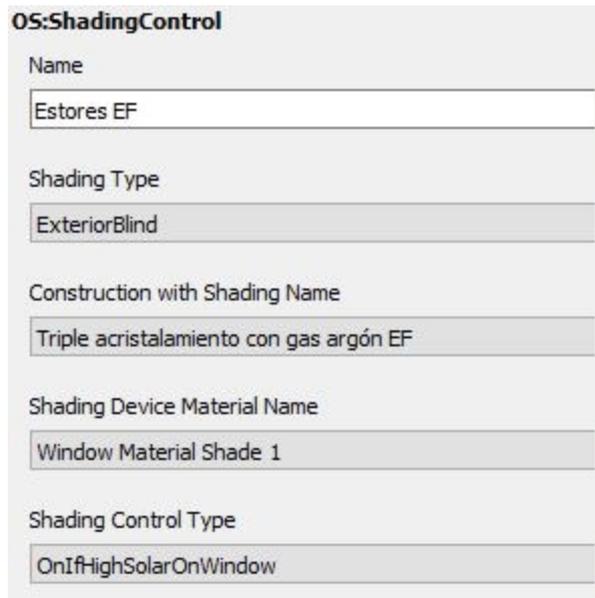


Figura 124. Modelo con elementos de sombra

Además, tenemos los estores, que se introducen de manera distinta por no ser elementos fijos. En Extensiones → OpenStudio User Scripts → Alter or Add model elements → Add Shading Controls: introducimos “*New Blind*”, que significa nueva persiana.

Seleccionamos una ventana y en el inspector buscamos en la lista de la parte izquierda “*OS: Shading control*”. Seleccionamos el nuevo elemento que hemos creado y le damos nombre y propiedades. Su funcionamiento será que se activarán cuando el sol esté pegando con fuerza a la ventana con la opción “*On If High Solar On Window*”:



OS:ShadingControl

Name
Estores EF

Shading Type
ExteriorBlind

Construction with Shading Name
Triple acristalamiento con gas argón EF

Shading Device Material Name
Window Material Shade 1

Shading Control Type
OnIfHighSolarOnWindow

Figura 125. *Shading Control. Estores EF*

Una vez creados, seleccionamos las ventanas de la parte sureste del edificio y los aplicamos en: Extensiones → OpenStudio User Scripts → Alter or Add model elements → Set Shading Controls, seleccionándolo en el desplegable.

Al hacer la simulación del HE1 y del HE0 el programa automáticamente toma los valores del *Shading control* que viene preestablecido: “*Persianas 30%*”. Por ello lo que hago es modificar este con las características de nuestros estores. Si cambiamos el tipo de sombra a cualquiera que no sea *Interior Shade* nos da errores en la simulación HE1, por lo que dejamos este dato igual y cambiamos el resto.

9.13. Puentes térmicos

Estos se introducen seleccionando un espacio y entrando en la opción del puente térmico que queramos aplicar:

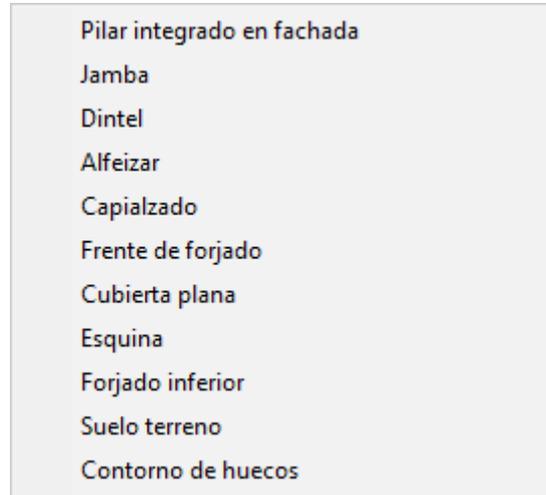
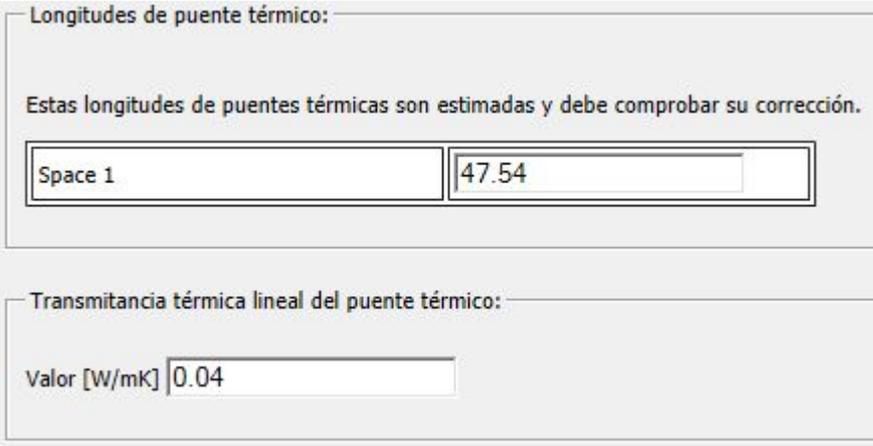


Figura 126. Tipos de puentes térmicos SG Save

En cada espacio introducimos la longitud y el valor de transmitancia lineal del puente térmico.



The screenshot shows two input sections in the software. The first section is titled "Longitudes de puente térmico:" and contains a note: "Estas longitudes de puentes térmicas son estimadas y debe comprobar su corrección." Below this, there is a table with two columns: "Space" and "Length". The first row shows "Space 1" and "47.54". The second section is titled "Transmitancia térmica lineal del puente térmico:" and contains a single input field labeled "Valor [W/mK]" with the value "0.04".

Space	Length
Space 1	47.54

Transmitancia térmica lineal del puente térmico:
Valor [W/mK] 0.04

Figura 127. Puente térmico del muro con la cubierta

El de la solera con la cubierta lo introducimos seleccionando todos los espacios a la vez y asignando a cada uno la longitud de muro exterior que le corresponde:

Longitudes de puente térmico:

Estas longitudes de puentes térmicos son estimadas y debe comprobar su corrección.

Space 1	37.93
Space 2	13.77
Space 3	0
Space 4	3.25

Transmitancia térmica lineal del puente térmico:

Valor [W/mK] x

Figura 128. Puente térmico del muro con la solera

Los de las ventanas los introduzco de manera separada por cada uno de los elementos: alfeizar, dintel y jambas. Hago el sumatorio de todas las longitudes que tengan puente térmico por cada espacio y las introduzco. El valor de este puente térmico será siempre de 0,04 W/m·K.

Visualmente aparecen como superficies de 1 metro por la longitud que les hayamos dado situados en el punto que fijamos como origen de coordenadas de cada espacio.

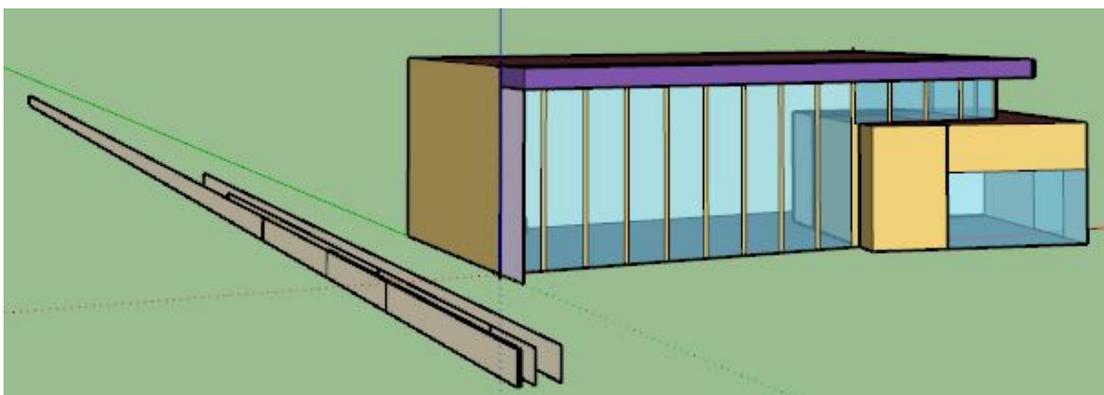
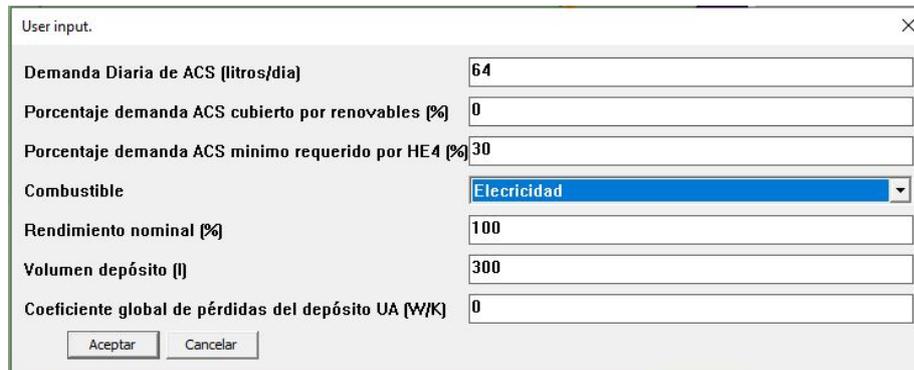


Figura 129. Visualización de los puentes térmicos

9.14. Agua Caliente Sanitaria

Al igual que en CE3X introducimos una demanda de ACS de 64 l/día.

Nos piden datos sobre el depósito y el coeficiente de pérdidas, dejamos la capacidad del mismo que viene por defecto y ponemos que no tiene pérdidas con el fin de que no nos aumente mucho el consumo de energía primaria.



Demanda Diaria de ACS (litros/día)	64
Porcentaje demanda ACS cubierto por renovables (%)	0
Porcentaje demanda ACS mínimo requerido por HE4 (%)	30
Combustible	Electricidad
Rendimiento nominal (%)	100
Volumen depósito (l)	300
Coeficiente global de pérdidas del depósito UA (W/K)	0

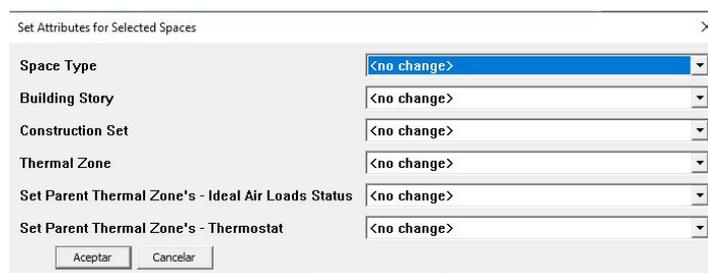
Figura 130. Agua Caliente Sanitaria SG Save

9.15. Ventilación mecánica y recuperador de calor

Desde la extensión de SG Save no tenemos la posibilidad de trabajar con un sistema de estas características, por lo que nos valemos del OpenStudio para ello.

Una vez hemos simulado el edificio de referencia y el HE1 y hemos introducido la demanda de ACS podemos simular el HE0. Esta simulación tiene en cuenta las instalaciones creadas y calcula los consumos de energía que van a tener.

Para obtener posteriormente datos de comportamiento de todo el edificio en su conjunto trabajaremos con una única zona térmica. El programa por defecto nos ha creado una por cada espacio, por tanto, lo debemos cambiar seleccionando cada zona y con “Ser Attributes for Selected Spaces” elegir en el desplegable de las zonas térmicas la Zona 1 para que sea la misma en todas:



Space Type	<no change>
Building Story	<no change>
Construction Set	<no change>
Thermal Zone	<no change>
Set Parent Thermal Zone's - Ideal Air Loads Status	<no change>
Set Parent Thermal Zone's - Thermostat	<no change>

Figura 131. Asignación de la zona térmica 1

Dentro de OpenStudio en la ventana “HVAC Systems”  creamos un nuevo sistema. Seleccionamos el primero que nos da como opción. Aparece un esquema con los elementos de los que dispone y a la derecha todas las herramientas.

Eliminamos la parte del sistema de calefacción y refrigeración y nos quedamos con el resto. Metemos una única zona térmica con la que trabajaremos. Para la rejilla que aparece tenemos que asignar el caudal de aire correspondiente al sumatorio del de todas las rejillas del edificio en m^3/s , lo hacemos pasando los datos de caudal en m^3/h del PHPP a m^3/s :

Tipos de operación	Horas diarias de funcionamiento h/d	al máximo	Caudal de aire m^3/h	Renovación de aire 1/h
Máximo		1,00	390	0,62
Estándar	14,0	0,77	300	0,48
Ventilación base		0,54	210	0,33
Mínima	10,0	0,40	156	0,25

Figura 132. Caudales de ventilación PHPP

	Caudal (m^3/h)	Caudal (m^3/s)
Caudal máximo	390	0,1083
Caudal mínimo	156	0,0433
Caudal estándar	300	0,0833

Tabla 7. Caudales de ventilación SG Save

El ventilador tiene una eficiencia del 83,4%.

Volvemos a la simulación del HE0 para introducir el recuperador de calor. Este elemento está en la librería y se llama “Heat exchanger Air to Air”. Lo arrastramos hasta la entrada y salida de aire en el esquema. Pinchamos en él e introducimos los datos de caudal y eficiencia.

Para no sobrecalentar el edificio nos interesa que cuando la temperatura exterior sea por lo menos de 22°C (que es la temperatura mínima permitida en el edificio en el PHPP) y además sea menor que la interior, el aire que metamos se salte el recuperador para así entrar más fresco al interior. Esto se consigue añadiendo un Bypass al recuperador.

En la pestaña “Control” buscamos la pestaña “Economizer” y seleccionamos “Differential Dry Bulb”.

Para ajustar la temperatura de funcionamiento vamos a crear un calendario en la ventana “Schedules”. Añadimos uno de temperatura. En la gráfica que nos aparece ponemos el cursor sobre la línea que indica la temperatura, escribimos “22” y damos intro.

Para transmitir la información del calendario a nuestro sistema añadimos un “Setpoint Manager Scheduled” en nuestro esquema y le añadimos en el desplegable nuestro calendario.

Finalmente, el esquema que nos queda es como el siguiente, en el que añado bocadillo en el que describo cada elemento:

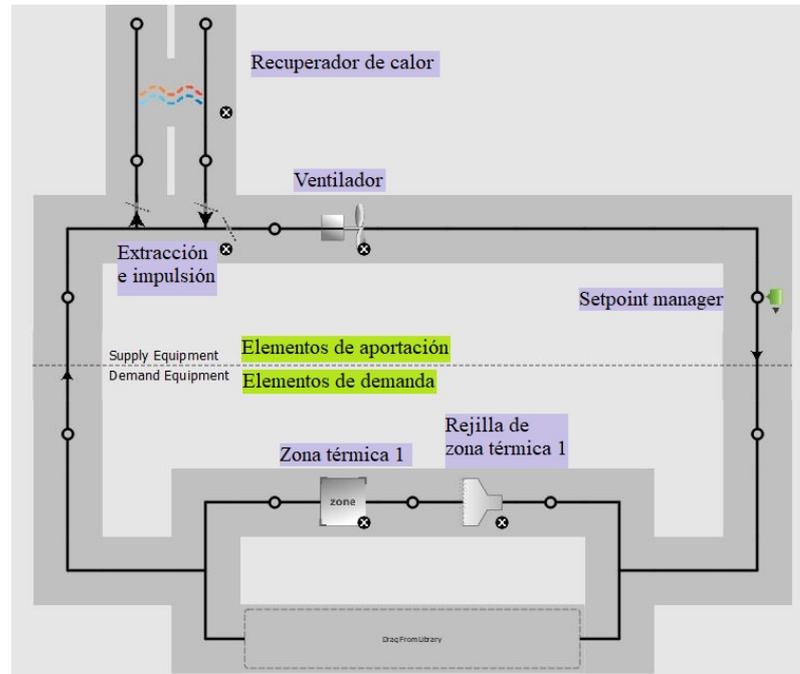
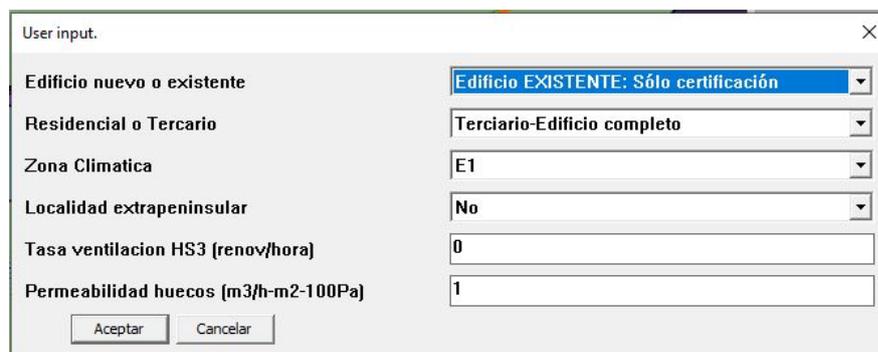


Figura 133. Esquema ventilación y Recuperador de Calor

Simulamos el edificio para que nos guarde el equipo que hemos creado. Ahora tenemos la ventilación duplicada: por un lado, tenemos el equipo que hemos creado y por otro tenemos la ventilación que añadimos al definir el edificio. Esta ya no es necesaria, por lo que salimos de OpenStudio y cambiamos ese valor por 0.

Para realizar la verificación del edificio de referencia sí introduciremos el valor de la ventilación, puesto que esa comprobación no tiene en cuenta las instalaciones, pero al simular el HE0 debemos quitarla porque esta tiene en cuenta todo lo introducido.



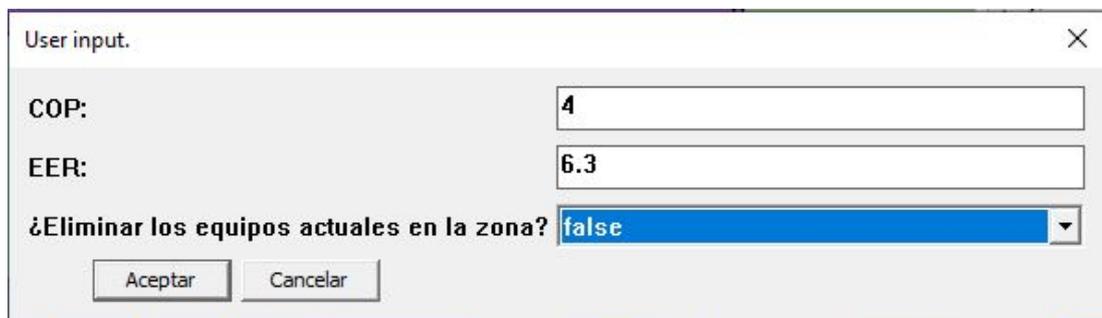
User input.	
Edificio nuevo o existente	Edificio EXISTENTE: Sólo certificación
Residencial o Tercario	Tercario-Edificio completo
Zona Climatica	E1
Localidad extrapeninsular	No
Tasa ventilación HS3 [renov/hora]	0
Permeabilidad huecos (m3/h-m2-100Pa)	1
<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Figura 134. Modificación del dato de ventilación a 0

9.16. Equipos de calefacción y refrigeración

Una vez hemos creado el equipo de ventilación y recuperador de calor añadimos los splits de calefacción y refrigeración. Hacerlo en este orden es vital, dado que siempre entran a funcionar los equipos en el orden que se meten al programa y lo que queremos es que estos equipos sean secundarios y actúen solo en momentos puntuales, dejando la mayor responsabilidad a la ventilación y el recuperador.

Los equipos serán bombas de calor individuales, introducidas seleccionando el espacio que les corresponda y con los rendimientos igual que en CE3X. En el desplegable que nos pregunta si queremos eliminar los equipos que hubiera antes seleccionamos “false” para que no nos elimine la ventilación. Como tenemos dos equipos MUEX introduciremos lo mismo dos veces en el espacio de la sala principal. El otro equipo solo una vez en el espacio del vestíbulo:



User input.

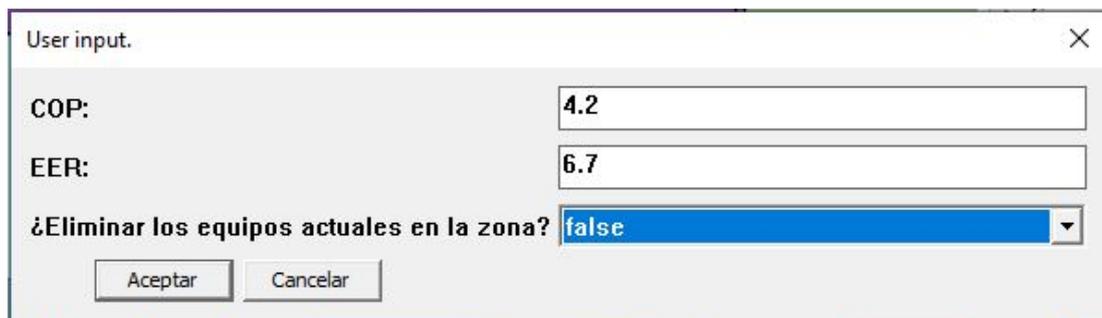
COP: 4

EER: 6.3

¿Eliminar los equipos actuales en la zona? false

Aceptar Cancelar

Figura 135. Introducción de bomba de calor MUEX-18-H6.2



User input.

COP: 4.2

EER: 6.7

¿Eliminar los equipos actuales en la zona? false

Aceptar Cancelar

Figura 136. Introducción de bomba de calor MUPR-12-H6

9.17. Geolocalización y simulación de sombras

SketchUp nos da la opción de localizar nuestro edificio sobre el mapa con su orientación y simular la posición del Sol y las sombras que produce en cada momento.

Utilizamos esto para comprobar el funcionamiento del voladizo sureste. Así vemos cómo en verano, cuando el Sol está más alto, bloquea la radiación para que no atraviese el muro cortina. Por el contrario, en invierno permite su paso gracias a la menor altitud que alcanza en su movimiento.

Nos servimos del día en que temeos el sol más alto (21 de junio) y más bajo (21 de diciembre). El resto de días tendremos una posición intermedia más o menos alta según estemos más cerca de una u otra fecha. Las horas empleadas son las que he estimado representativas de alguno de los dos días, en orden desde la esquina de arriba izquierda hacia la derecha por filas son las 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20.

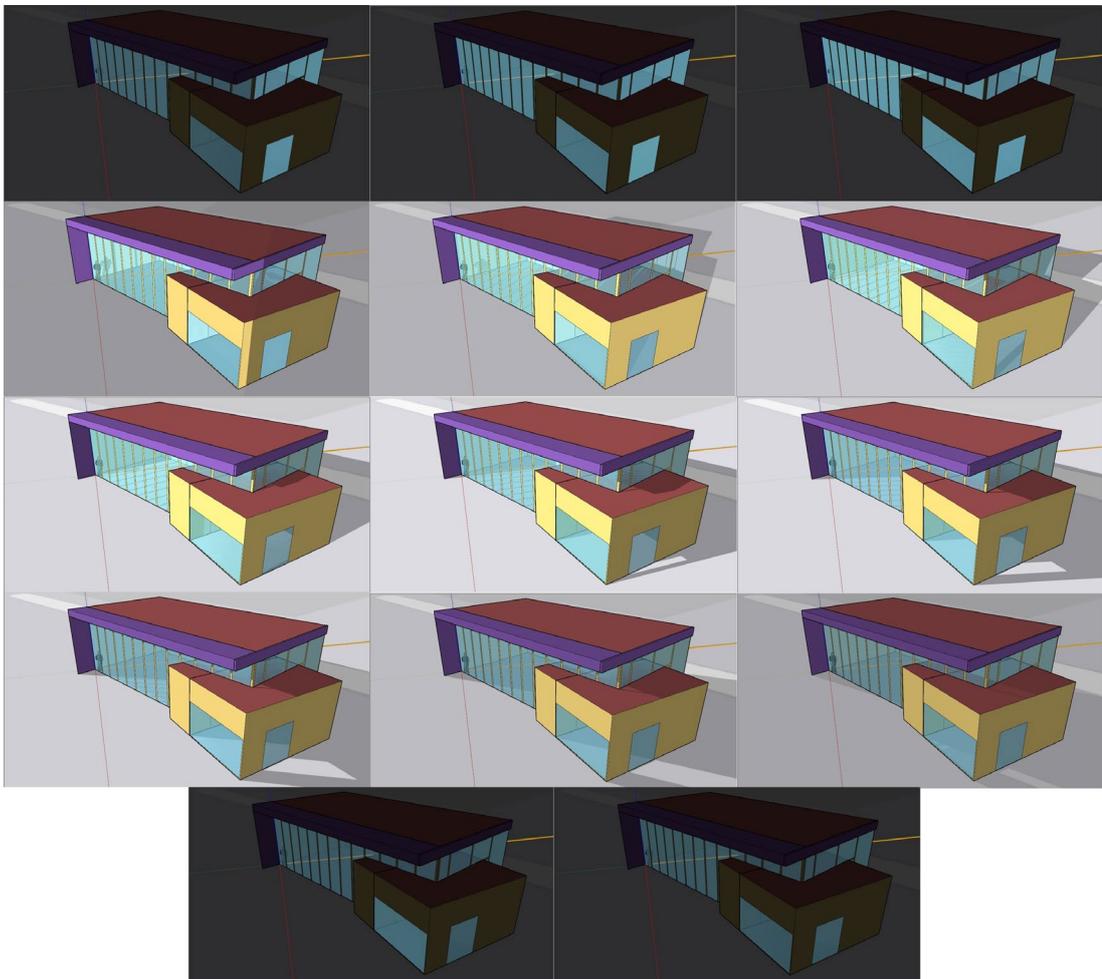


Figura 137. Simulación sombras 21 diciembre

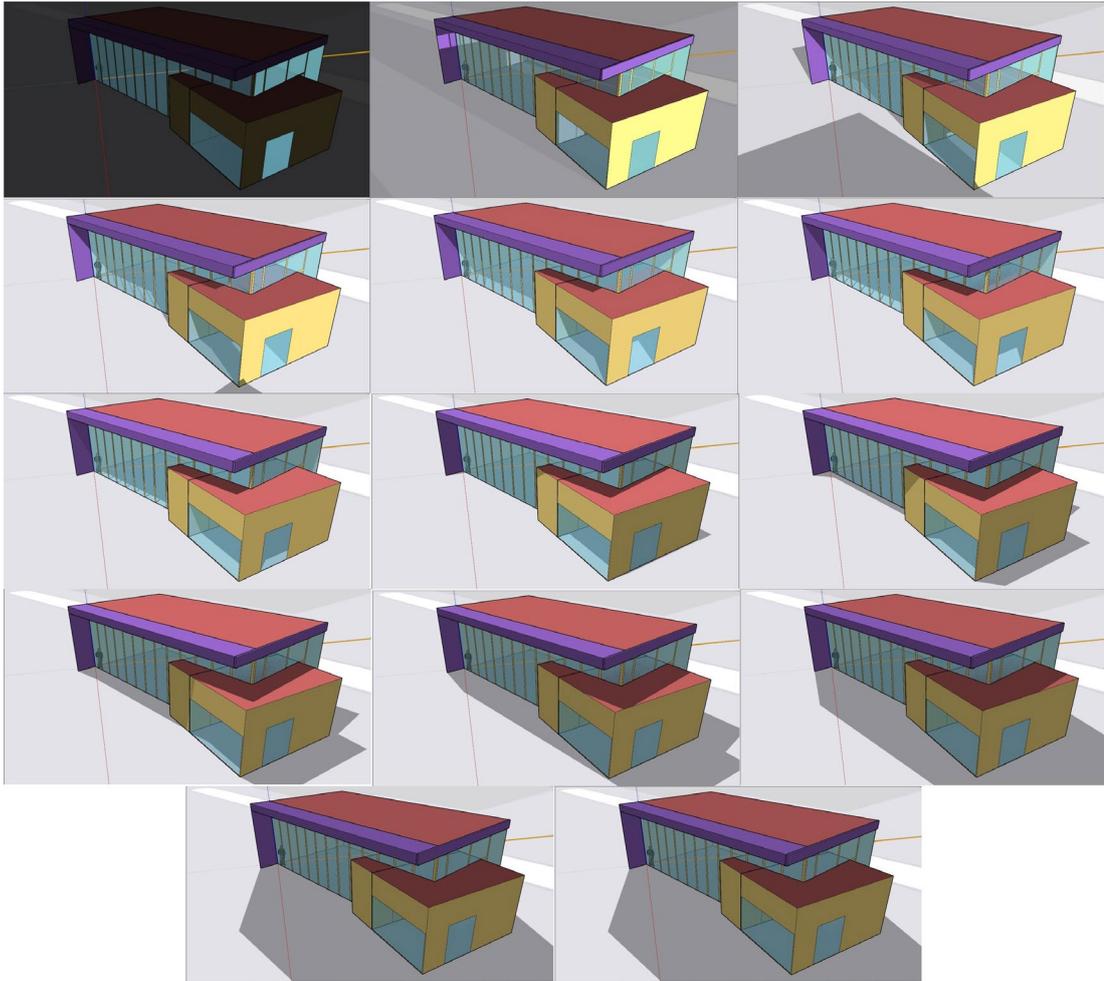


Figura 138. Simulación sombras 21 junio

10. COMPARACIÓN ENTRE CTE, PASSIV Y CADA SOFTWARE

10.1. Diferencias entre CTE y Passivhaus

➤ Zonas climáticas

Las zonas climáticas de estos dos estándares son distintas. El estándar *Passivhaus* establece un rango para incluir todas las zonas del planeta que va desde el clima “polar” hasta el “muy caluroso”. Pero este no sirve para establecer los límites de demandas o propiedades de los edificios, sino que se emplea para certificar los elementos constructivos que se adaptan a las condiciones de cada zona. Las temperaturas y condiciones de cada lugar en particular se deben introducir conociendo las de la localización concreta del edificio o bien de su provincia.

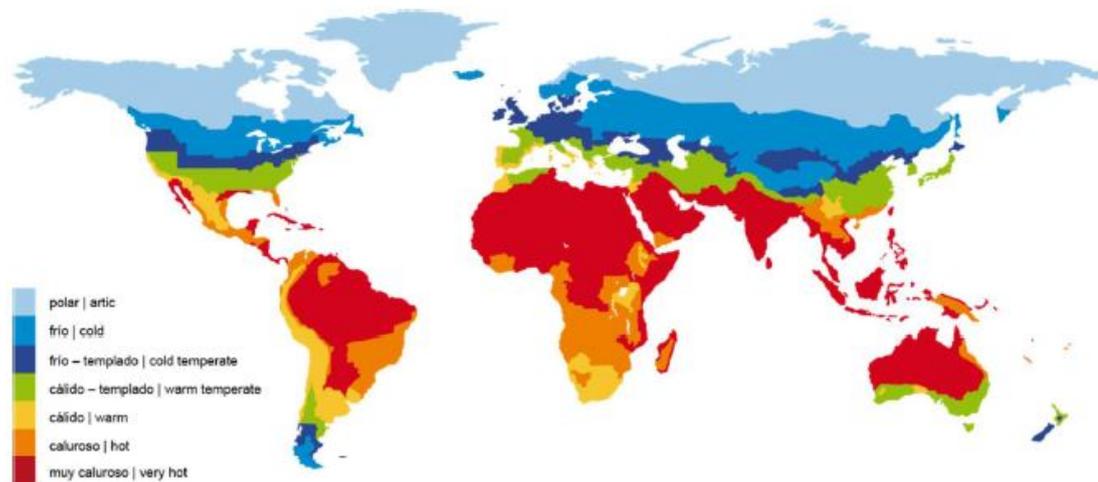


Figura 139. Mapa de zonas térmicas Passivhaus

El Código Técnico, sin embargo, establece una clasificación solo para nuestro país, y en función de esta se establecen las limitaciones de los edificios y además las características del clima. Lo hace en función de las condiciones en verano (con una cifra del 1 al 4) y en invierno (con una letra de la A hasta la B). En algunos programas como SG Save se pueden sustituir las características de la zona térmica que sea por las de la ciudad en concreto en la que se ubica si se estima necesario. En este trabajo utilizamos las condiciones de la zona térmica E1 para no contribuir a añadir diferencias entre los resultados de los programas.

➤ Capas de la envolvente

Mientras que el CTE utiliza para los cálculos de transmitancia promedio de los cerramientos todas las capas de esta, el estándar *Passivhaus* solo cuenta las capas que tenemos desde la envolvente térmica hasta el interior.

La diferencia a la hora de obtener los resultados en mínima, ya por fuera de la envolvente térmica solo solemos tener un acabado con un función más protectora y decorativa que aislante.

➤ Perfil de uso

El DB-HE1-Apéndice C contiene unas tablas que establecen el perfil de uso de los edificios. Nos dan unos perfiles con unas condiciones establecidas fruto de los ensayos o estudios realizados. Esta tabla fija aporta poca precisión ya que no permite modificaciones.

USO NO RESIDENCIAL: 8 h	BAJA		MEDIA		ALTA	
	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14
Temp Consigna Alta (°C)						
Laboral y Sábado	–	25	–	25	–	25
Festivo	–	–	–	–	–	–
Temp Consigna Baja (°C)						
Laboral y Sábado	–	20	–	20	–	20
Festivo	–	–	–	–	–	–
Ocupación sensible (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	2,00	0	6,00	0	10,00
Festivo	0	0	0	0	0	0
Ocupación latente (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	1,26	0	3,79	0	6,31
Festivo	0	0	0	0	0	0
Iluminación (%)						
Laboral y Sábado	0	100	0	100	0	100
Festivo	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m²)						
Laboral y Sábado	0	1,50	0	4,50	0	7,50
Festivo	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)						
Laboral y Sábado	0	100	0	100	0	100
Festivo	0	0	0	0	0	0

Figura 141. Perfil de Uso. DB-HE1-Apéndice C

El PHPP, por contrario, permite introducir una mayor cantidad de datos y en función de estos obtener unos resultados más próximos a la realidad de nuestro edificio. Dispone de una hoja para el caso de edificio residencial y otra para el de no residencial. En cada una divide el edificio en espacios menores según los datos de cada uno. Además, los datos pedidos o calculados con esto son solo referidos a la iluminancia y a la ocupación, para el resto de valores que contiene la tabla del CTE tenemos cálculos específicos en otras hojas. En nuestro caso la tabla sería esta:

Perfiles de uso - Edificios no residenciales (NR) Casa Passiv con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 6.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Latitud geográfica [°]: 42

Perfil de uso	Hora de comienzo de uso [h]	Hora de fin de uso [h]	Número de horas de uso por día (horas/día)	Número de días de uso por año (d/a)	Horas de uso por año (h/a)	Horas de uso por año durante el día (h/a)	Horas de uso por año durante la noche (h/a)	Horas de operación diarias de la calefacción	Horas de operación diarias de la ventilación	Iluminación	Intensidad de iluminación (lux)	Altura del nivel de utilización (0.8 o 0.0m)	Altura del nivel de utilización (0.8 o 0.0m)	Ausencia relativa	Factor de uso parcial período tiempo de encendido iluminación	Promedio de la ocupación (m ² /persona)
1 Vestibulo	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		400	0,8	0,8	0,50	1,0	5,0
2 Acceso de entrada	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,0	0,0	0,75	1,0	2,5
3 Sala de formacion	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		500	0,8	0,8	0,25	0,9	10,0
4 Office	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,50	0,9	2,5
5 WC Minusválidos	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,50	1,0	2,5
6 Modulo a servicios	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,90	1,0	2,5
7 WC	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,75	1,0	1,8

Figura 142. Perfil de uso no residencial PHPP

➤ Equipos de sustitución

En Código Técnico dicta que siempre que haya una demanda esta debe ser cubierta. Las demandas son fruto del simple hecho de ser un edificio de un uso cualquiera y según esto tenemos diferentes tablas que las fijan.

Los programas de certificación energética conocen esta normativa, y en el caso de que los equipos introducidos no lleguen a cubrir la demanda, automáticamente se crean unos equipos llamados equipos de sustitución que se suman a los consumos y emisiones de los resultados, aunque realmente estos no existan. Y no solo se introducen sin avisar, sino que son equipos con una eficiencia no muy buena, con lo que suelen empeorar los resultados. En el caso de SG Save, a través de OpenStudio, podemos desactivar estos equipos de una forma sencilla, pero en CE3X no es posible.

El PHPP carece de esta característica, ya que el objetivo es adaptar la demanda a unos valores muy bajos que nos permitan conseguir las condiciones de confort sin más instalaciones que la ventilación con recuperador de calor. Así en nuestro edificio podemos también fijar la demanda de Agua Caliente Sanitaria en 0 l/s, porque en realidad no dispone de ella.

➤ Hermeticidad

El ensayo *Blower Door* es obligatorio para certificar un edificio *Passivhaus* y el resultado tiene un máximo permisible. Esta es la manera que tienen para verificar que la envolvente es realmente lo hermética que debería.

La normativa actual del CTE no establece ningún valor máximo de hermeticidad de los edificios. Sí habla sobre la permeabilidad de las carpinterías, pero esto es solo uno de los puntos en los que se basa la hermeticidad de toda la envolvente.

➤ Recuperador de calor

El recuperador de calor es un sistema obligatorio e imprescindible en los edificios pasivos.

En los edificios convencionales no es obligatorio, de hecho, tampoco lo es la ventilación mecánica.

El funcionamiento de este es complicado introducirlo en programas del CTE de una manera realmente fiel a la realidad, lo que ocasiona que los resultados tampoco lo sean del todo.

➤ Exigencias de los materiales

Mientras que el CTE establece unos valores límite de la transmitancia promedio de los cerramientos, *Passivhaus* solo dicta que se debe conseguir una envolvente tal que consiga cumplir con los criterios de demanda máximos.

A la hora de certificar materiales pasivos sí tenemos unos requerimientos, y estos son más restrictivos que los del código técnico:

Zona climática	Criterio de higiene $f_{Rsi} \geq 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$ \geq^3	Criterio de confort Valor-U de la ventana instalada ¹ \leq	Criterios de eficiencia		
			Valor-U del componente exterior del edificio $U_{opaco} * f_{PHI}^2 \leq$	Detalles estrictamente opacos $f_{Rsi} \geq 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$ \geq^3	Ausencia de puentes térmicos $\psi_a \leq^4$
	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]	[W/(mK)]
1 Polar	0.80	0.45 (0.35)	0.09	0.90	0.01
2 Frío	0.75	0.65 (0.52)	0.12	0.88	
3 Frío-templado	0.70	0.85 (0.70)	0.15	0.86	
4 Cálido-templado	0.65	1.05 (0.90)	0.30	0.82	
5 Cálido	0.55	1.25 (1.10)	0.50	0.74	
6 Caluroso	Ninguno	1.25 (1.10)	0.50	0.74	
7 Muy caluroso	Ninguno	1.05 (0.90)	0.25	0.82	

1 aplica para ventanas verticales con un tamaño de prueba de 1.23x1.48m. Los criterios para otros componentes transparentes del edificio pueden ser tomados de los criterios de certificación pertinentes. El valor entre paréntesis se refiere al valor del acristalamiento.
2 $f_{R,PH}$ - Factor de reducción: siempre 1; excepto en áreas en contacto con el terreno y hacia un sótano sin calefacción en las zonas climáticas 1-4: 0.6.
3 $f_{Rsi} \geq 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$ = Ver Sección 3.8
4 coeficiente de pérdidas por puentes térmicos basado en dimensiones y longitudes exteriores. Construcciones específicas como esquinas interiores están exentas de este criterio.

Figura 143. Criterios para la certificación de elementos opacos *Passivhaus*

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Zona climática	Criterio de higiene $f_{Rsi} \geq 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$	Valor-U del componente ¹ [W/(m ² K)]	Valor-U instalado [W/(m ² K)]	Acristalamiento de referencia [W/(m ² K)]
1 Polar	0.80	0.40	0.45	0.35
2 Frío	0.75	0.60	0.65	0.52
3 Frío-templado	0.70	0.80	0.85	0.70
4 Cálido-templado	0.65	1.00	1.05	0.90
5 Cálido	0.55	1.20	1.25	1.10
6 Caluroso	Ninguno	1.20	1.25	1.10
7 Muy caluroso	Ninguno	1.00	1.05	0.90

¹ Para referenciar componentes inclinados (45°) u horizontales (0°) se deberá utilizar el valor-U_r real del acristalamiento, determinado de acuerdo a DIN EN 673 o a ISO 15099 como alternativa. El límite del valor-U instalado es el mismo que el del componente no instalado. El valor-U límite de un componente inclinado se incrementará 0.10 W/(m²K), y el valor-U límite de un componente horizontal se incrementa 0.20 W/(m²K). A excepción del clima Frío-templado donde el valor-U límite de un componente inclinado se incrementa 0.20 W/(m²K) y el valor-U límite de un componente horizontal se incrementa 0.30 W/(m²K).

Figura 144. Criterios para la certificación de elementos transparentes Passivhaus

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

Figura 145. Criterios para el cumplimiento del HE1 de cerramientos CTE

➤ Control para la certificación

Todo edificio pasivo de nueva construcción que quiera obtener el certificado de *Passivhaus* del PHI debe someterse a la verificación de un certificador autorizado al llevar a cabo el proyecto, el PHPP y el ensayo final *Blower Door*. De esta manera se consigue tener la certeza de que se ha llevado a cabo lo proyectado y se han alcanzado los objetivos de forma satisfactoria.

Los edificios convencionales no tienen la obligación de ser sometidos a ningún proceso de inspección tan detallado ni se verifica de ninguna manera que se ha llevado a cabo todo de manera correcta.

➤ Factores de conversión

En los dos estándares se emplean factores para calcular ciertos valores, pero estos son distintos en cada uno de ellos. *Passivhaus* suele emplear unos más desfavorables para así asegurar que se cumple lo establecido en el PHPP. En este caso tenemos esos factores en la hoja “Datos”, mientras que para el CTE se encuentran en el documento llamado “Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria” del IDAE. El PHPP también nos da la opción en esa hoja de introducirlos manualmente.

Los factores son distintos por cada tipo de combustible o fuente de energía que nos la proporciona.

Para transformar la energía final (EF) en energía primaria no renovable (EP) se utiliza en PHPP el 2,6 para electricidad de la red y en el CTE emplea el 1,954 de electricidad convencional peninsular. La diferencia entre los tipos de energía la encontramos en el HE0-Apéndice A:

Energía primaria: energía suministrada al edificio procedente de fuentes renovables y no renovables, que no ha sufrido ningún proceso previo de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.

$$\text{Energía primaria} = \text{Energía final} + \text{Pérdidas en transformación} + \text{Pérdidas en transporte}$$



Figura 146. Energía primaria. HE0-Apéndice A

Para obtener las emisiones de CO₂ en el PHPP tenemos el factor 0,532 mientras que en el CTE se utiliza el 0,331.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Fuentes de energía	Factor-PER	1-Factores EP (no renovable) Certificación PHI	1-Factores CO2 GEMIS (Alemania)
	$\frac{kWh_{prim-el}}{kWh_{Final}}$	$\frac{kWh_{prim}}{kWh_{Final}}$	$\frac{kg_{CO2eq}}{kWh_{Final}}$
Ninguno			
Gasóleo	2,30	1,10	0,320
Gas natural	1,75	1,10	0,250
Gases Licuados del Petróleo GLP	1,75	1,10	0,270
Hulla	2,30	1,10	0,444
Lignito	2,30	1,20	0,455
Biogás	1,10	1,10	-
Aceite de pirolisis o aceite bio	1,10	1,10	-
Madera (Biomasa)	1,10	0,20	-
Troncos de madera	1,10	0,20	0,017
Pellets	1,10	0,20	0,025
Astillas de bosque	1,10	0,20	0,026
Astillas de madera de álamo/chopo	1,10	0,20	0,037
RE-Gas	1,75		
RE-Metanol	2,30		
Biomasa	1,10		
Electricidad de la red (mezcla renovable/no renovable)		2,60	0,532
Mezcla Energía de CHC		2,50	1,008
Electricidad primaria	1,00		
Electricidad doméstica	1,25	2,60	-
Electricidad para ACS	1,25	2,60	-
Electricidad para calefacción	1,70	2,60	-
Electricidad para refrigeración	1,30	2,60	-
Electricidad para deshumidificación	1,45	2,60	-
Platzhalter_EE-Stromanwendung	-	2,60	-
Electricidad procedente de energía f	1,00	0,00	-
Paneles de energía fotovoltaicos mo	1,00	0,00	0,130
Paneles de energía fotovoltaicos pol	1,00	0,00	0,063
Energía eólica costera	1,00	0,00	0,009
Energía eólica no costera	1,00	0,00	0,022
Central hidroeléctrica > 10MW	1,00	0,00	0,003
Calor del terreno, energía geotérmica	0,00	0,00	-
Alta temperatura ambiente	0,00	0,00	-
Baja temperatura ambiente	0,00	0,00	-
Energía solar térmica colector plano	1,00	0,00	0,045
Energía solar térmica colector tubos	1,00	0,00	0,025
Calor perdido	0,00	0,00	-

Figura 147. Factores de energía y CO₂ más comunes del PHPP

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Figura 148. Factores de energía del CTE

En el caso de las emisiones la electricidad en PHPP tiene un factor de conversión de 0,532 y el CTE utiliza un 0,331.

Factores de emisiones de CO ₂		
	Fuente	Valores aprobados
		kg CO ₂ /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721
Gasóleo calefacción	(***)	0,311
GLP	(***)	0,254
Gas natural	(***)	0,252
Carbón	(***)	0,472
Biomasa no densificada	(***)	0,018
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018

Figura 149. Factores de CO₂ del CTE

10.2. Limitaciones del CE3X

➤ Modelización del edificio

Con CE3X no tenemos la posibilidad de modelar el edificio en 3D, debemos definir todos los cerramientos y huecos uno a uno con sus dimensiones y orientación.

Esto hace que el programa no tenga consciencia de la forma que tiene el edificio y en ocasiones que resulte muy tedioso y difícil definir con detalle el edificio porque solo podemos introducir cerramientos o partes de cerramiento con unas dimensiones rectangulares de base por altura, con lo que las formas que no sean planas o que tengan distintas partes quedan definidas de una manera muy poco precisa.

➤ Orientación

En SG Save con el modelo del edificio creado en SketchUp quedan perfectamente definidas todas las orientaciones y en el PHPP rellenando la columna de “Desviación respecto al norte” en la hoja “Superficies”.

Sin embargo, en CE3X se introduce definiendo el punto cardinal correspondiente a cada muro en función de la rosa de los vientos del DB-HE1-Apéndice A. Así los muros tienen una incertidumbre mínima de 36° (Correspondiente a la orientación sur).

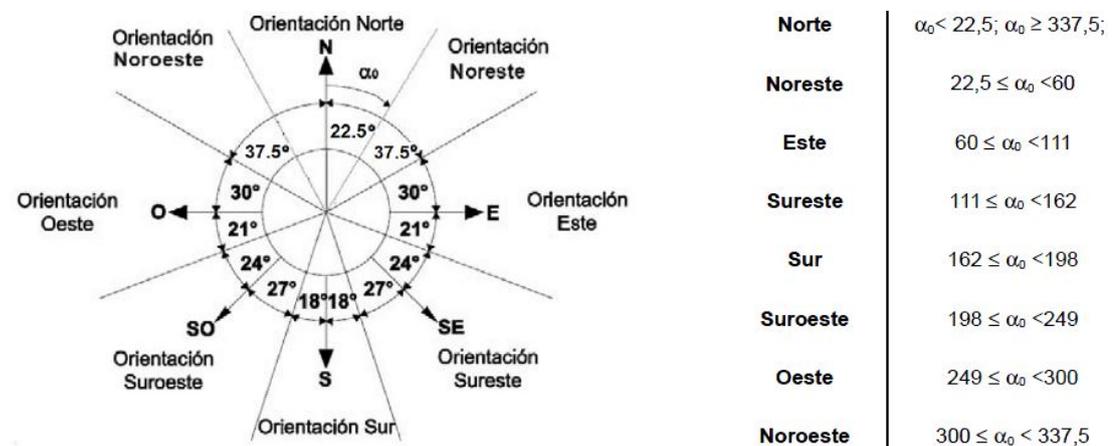


Figura 150. Orientación. Rosa de los vientos. HE1-Apéndice A

Esto es culpable de una gran diferencia en los resultados ya que no es posible saber así con exactitud la ganancia de radiación solar que se puede tener en las ventanas, una fuente de calor imprescindible en los edificios pasivos.

➤ Solera

Para el suelo no tenemos la opción de introducir sus materiales desde la librería. Directamente nos piden las dimensiones, el perímetro, la profundidad y la resistencia térmica del aislante, que es el inverso de su transmitancia térmica.

Suelo en contacto con el terreno

Nombre	11 - Solera Losa	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	143.49 m ²	Profundidad	<input type="radio"/> Menor o igual que 0.5 m <input checked="" type="radio"/> Mayor que 0.5 m 0.65 m
Longitud	m		
Anchura	m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Estimadas	Transmitancia térmica	0.39 W/m ² K
Perímetro	57.06 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Tiene aislamiento térmico			
Características del aislamiento térmico			
Definir Rf	Conocida		
<input type="radio"/> Espesor aislamiento	m		
<input checked="" type="radio"/> Rf	27.777 m ² K/W		

Figura 151. Introducción del suelo CE3X

Con los datos introducidos el programa calcula un transmitancia promedio del suelo de 0,39 W/m²·K, más del doble que la que nos ofrece el cálculo del PHPP (0,169 W/m²·K).

Probando distintos valores en los datos que se nos permite modificar me doy cuenta de que ese valor es el mínimo que permite el programa. En la guía técnica no se habla de esta limitación. Esto conlleva que tengamos una envolvente térmica más débil en el contacto con el terreno.

➤ Sombras

La creación de las sombras es algo complejo y tedioso en este programa. Se introducen con la ayuda de un dibujo en perspectiva en AutoCAD definiendo dos ángulos desde el punto medio de la superficie sobre la que tenemos la sombra hasta cada uno de los vértices del elemento que origina la sombra. El ángulo α es el que se forma entre el sur geográfico y el punto, y β entre la línea que une nuestro centro de la superficie sombreada con el punto que produce sombra y con la horizontal hasta la arista vertical del mismo. Hacia el oeste los ángulos los tomamos positivos y hacia el este serán negativos.

Esto se debe hacer para cada sección rectangular de las fachadas o para los huecos que estimemos necesario.

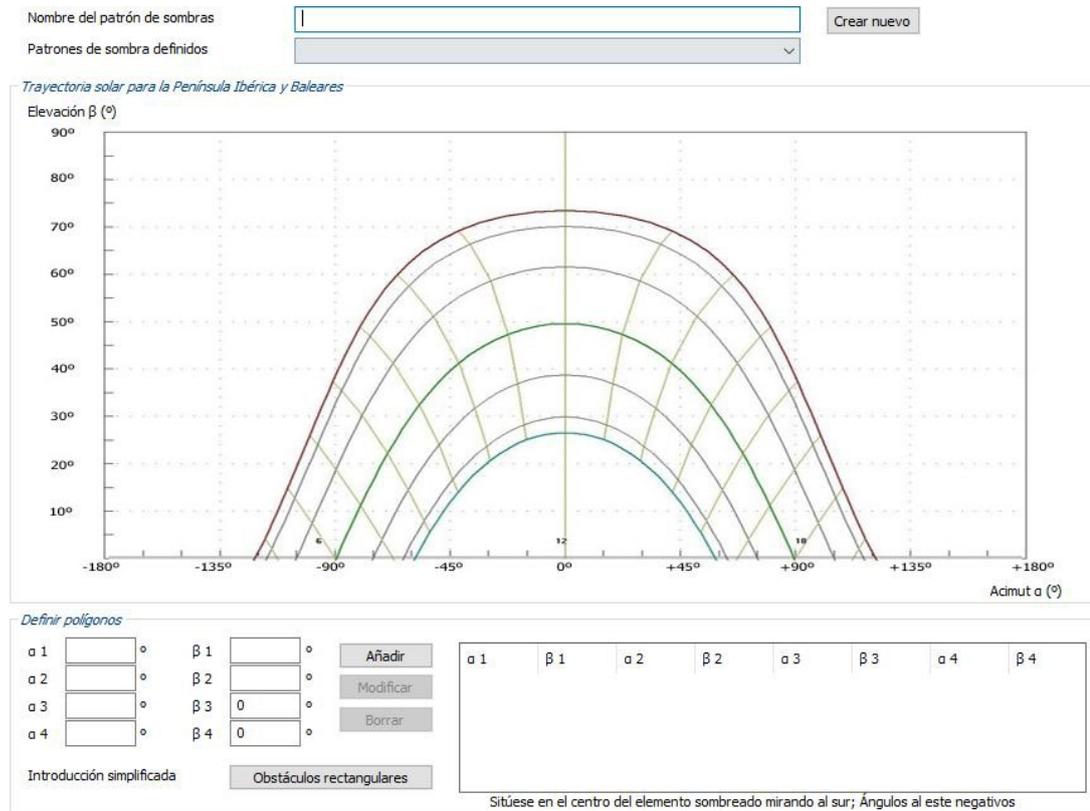


Figura 152. Introducción de un patrón de sombras CE3X

La dificultad y el tiempo necesario para esto hace que se haga prácticamente imposible definir todas las sombras que influyen en el edificio.

10.3. Limitaciones del SG Save

➤ Geometría

Al trabajar el CTE con el espacio interior del edificio deberíamos crear el modelo del edificio con ese mismo volumen, pero nos encontramos con que el programa no admite quiebros en su forma. Esto nos fuerza a trabajar sobre un modelo simplificado y aproximado que tendrá un volumen y unas superficies de distintas dimensiones a la realidad.

Otra dificultad derivada de esto es que los huecos y demás elementos no los podemos encajar tampoco a la perfección por tener unas medidas diferentes en el interior y en el exterior.

➤ **Introducción de datos**

Al trabajar con SketchUp como programa base y tener SG Save como una extensión que a su vez emplea OpenStudio para la simulación y comprobación del Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE la introducción de datos puede compleja y confusa. El mismo dato se puede introducir a través de distintas herramientas y extensiones, con lo que algunas pueden entrar en conflicto con otras. Además, hay ocasiones en las que al realizar la simulación se dejan de tener en cuenta algunos de los datos introducidos anteriormente y se reestablecen los que el programa trae por defecto.

➤ **Cálculo de la demanda energética con ventilación mecánica**

En la comprobación HE1 se calculan la demanda de calefacción y refrigeración y se comparan con los valores límite del edificio de referencia. Aquí no se tienen en cuenta ninguna de las instalaciones introducidas, solo las renovaciones/hora que hayamos introducido a la hora de definir el edificio, que son de aire que entra sin tratar a temperatura ambiente.

La ventilación mecánica y el recuperador de calor con bypass son vitales para el funcionamiento de los edificios pasivos, y la demanda de estos se calcula teniendo en cuenta tanto el calor que recuperan como el que emiten hacia el exterior en cada momento. Pero SG Save no nos permite realizar ese cálculo de la demanda tomando en cuenta el funcionamiento de estos sistemas. Solo los tiene en cuenta a la hora de calcular los consumos.

10.4. Datos y cálculos del PHPP

Vamos a ver qué datos y cálculos contiene el PHPP y cuales no contienen el resto de software de certificación energética del CTE. Llevamos a cabo el análisis siguiendo el orden de sus hojas:

➤ **Clima**

Se dispone de una base de datos según la localización que contiene los siguientes datos mensuales recogidos en la estación climática del lugar.

Estos datos son una aproximación válida, pero el programa nos permite trabajar con datos de un estudio propio del lugar exacto en el que se encuentra el edificio para reflejar con la máxima exactitud las condiciones climáticas.

Podemos ver las diferencias en el caso de nuestro edificio en el anexo del PHPP.

➤ **Valores-U**

Los cerramientos se componen de distintos materiales, tanto en la sección transversal como en la longitudinal del muro. En esta hoja se trabaja con espesores y transmitancias promedio de forma que podemos decirle al programa qué materiales tenemos hasta en tres secciones del muro, a diferencia del resto de programas en los que solo se pueden introducir los de la sección transversal principal.

➤ **Superficies**

Describimos en esta hoja las superficies de la envolvente. Las dimensiones son medidas por el exterior y la orientación definida para cada una con el ángulo de desviación respecto del norte.

También se tiene en cuenta la inclinación respecto de la horizontal. Aquí solo se trabaja con las orientaciones principales (Norte, Sur, Este y Oeste).

La emisividad y capacidad de absorción de cada superficie también se valora en esta hoja.

➤ **Terreno**

No solo intercambiamos calor con el ambiente, también con el terreno que tenemos bajo el suelo. El PHPP pide datos para el análisis de este intercambio de temperaturas como su conductividad o capacidad térmica. Al igual que con las condiciones ambientales, también nos aporta datos de su temperatura media en invierno y en verano. Se definen aquí las propiedades del aislamiento perimetral utilizado.

➤ Componentes

En esta hoja podemos importar librerías de materiales certificados por el PHI o añadir los que vayamos a utilizar si no lo están.

➤ Ventanas

Las ventanas quedan perfectamente definidas aquí con sus dimensiones, posición, materiales y propiedades.

➤ Sombras

Estas se introducen en una hoja repleta de números que indican para cada ventana las dimensiones, posición, factor de reducción en verano, invierno y temporal de los elementos que producen sombra, tanto externos como propios del edificio (telares, fachadas laterales, voladizos)

➤ Ventilación

Tiene en cuenta la renovación del aire por infiltraciones calculada con el resultado del ensayo *Blower Door* y unos coeficientes de exposición al viento. Las infiltraciones de aire del test a 50 Pascales de presión se asimilan a las que tendría el edificio en un día de viento a 35 km/h. El resultado de estas infiltraciones es mínimo, pero es tenido en cuenta:

Tasa de renovación de aire por infiltración

		Coeficientes de protección al viento e y f		
Coeficiente e de clase de protección de viento		Varios lado expuesto al viento	Sólo un lado expuesto al viento	
Sin protección		0,10	0,03	
Protección moderada		0,07	0,02	
Protección alta		0,04	0,01	
Coeficiente f		15	20	

		PI demanda anual	PI periodo calefacción:	
Coeficiente de protección de viento e		0,07	0,18	
Coeficiente de protección de viento f		15	15	
Tasa renovación aire ensayo presión	n_{50}	1/h 0,37	0,37	Volumen de aire neto para el ensayo de presión V_{n50} 633 m ³
		PI demanda anual	PI periodo calefacción:	
Exceso de aire de extracción		1/h 0,00	0,00	
Tasa renovación aire por infiltración	$n_{v,infiltración}$	1/h 0,026	0,065	

Figura 153. Renovación de aire por infiltraciones y coeficientes de viento

El caudal de ventilación se calcula de forma similar al CTE, en función de la ocupación y los tipos de habitación. Se calculan los caudales de impulsión y de extracción mínimos y nos quedamos con el mayor de ambos.

Tenemos finalmente los datos referidos al recuperador de calor y a los conductos de admisión y extracción de aire entre el ambiente y el recuperador.

➤ Ventilación adicional

Esta hoja se usa en el caso de que tengamos varios aparatos de ventilación, que no es nuestro caso, para controlar los caudales que mueve cada sistema.

➤ Calefacción anual

Se analizan aquí las pérdidas de calor y ganancias de calor

En nuestro caso las pérdidas se dan por transmisión por la envolvente y por la ventilación. Cabe destacar que las pérdidas por la ventilación son muy bajas gracias a la alta eficiencia del equipo recuperador de calor, solo $6 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ en el Espacio Futura.

Las ganancias de calor serían la suma de las ganancias internas por equipos y ocupación, las ganancias por la radiación solar y por transmisión a través de la envolvente en el caso del verano.

Todos estos valores son estudiados para cada mes, obteniendo finalmente la demanda de calefacción específica de cada uno.

➤ Carga de calefacción

Con las ganancias y pérdidas de calor se calcula la demanda de calefacción en cada mes.

➤ Ventilación en verano

Proporciona datos sobre la frecuencia de sobrecalentamiento del edificio (cuyo límite son 25°C), el funcionamiento del bypass que integra el sistema, y el modo de ventilación nocturna

➤ Verano

Realiza los cálculos que muestra en la hoja “Ventilación en verano”. Hace una simulación de los modos de ventilación que van a actuar en cada mes del año y su influencia. Las posibilidades en nuestro edificio son la ventilación básica, ventilación mecánica adicional y ventilación adicional abriendo ciertas ventanas de forma automática.

➤ **Refrigeración**

Hace un balance de las pérdidas de calor por los diferentes tipos de ventilación y la transmisión por los cerramientos y las ganancias por la radiación solar y las ganancias internas. Calcula así la demanda de refrigeración.

➤ **Aparatos de refrigeración**

En esta hoja se meten los datos principales de los sistemas de refrigeración que pueda tener el edificio para cubrir la demanda.

➤ **Carga-R**

Calcula además de las ganancias y pérdidas de calor, las cargas de humedad.

➤ **Electricidad en edificios residenciales**

Calcula la demanda de electricidad de los electrodomésticos, la iluminación y el resto de aparatos eléctricos.

➤ **Perfiles de uso en edificios no residenciales**

Por cada estancia del edificio se introducen datos de ocupación, horarios de uso en distintos periodos de tiempo, consumo de iluminación

➤ **Electricidad en edificios no residenciales**

Calcula la demanda de electricidad de los equipos empleados

➤ **Electricidad-Aux**

Contiene los datos sobre los usos y consumos de la ventilación, calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, y otros sistemas.

➤ **Ganancias internas de calor en edificios no residenciales**

Realiza los cálculos del calor generado por las personas y por los equipos según su actividad, ocupación y tiempo.

➤ **Energía Primaria Renovable (PER)**

En esta hoja se resuelve la clasificación del edificio de estudio como edificio de baja demanda energética, casa pasiva Classic, casa pasiva Plus o casa pasiva Premium en función de los requerimientos de demanda de calefacción y refrigeración i la hermeticidad y de la demanda y generación de energía primaria renovable o PER.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Estándar energético alcanzable a través de la comprobación de energía primaria renovable (evaluación de los aspectos Individuales)	Energía útil, cumplimiento				Hermeticidad n_{50} 1/h
	Dem. Cal. Anual SRE kWh/(m ² a)	Carga calefacción SRE W/m ²	Energía útil refrig. SRE kWh/(m ² a)	Carga refrigerac. SRE W/m ²	
Requerimiento Casa Pasiva Premium	15	10	15	11	0,60
Requerimiento Casa Pasiva Plus					
Requerimiento Casa Pasiva Classic	30		30		1,00
Requerimiento PHI Edificio de baja demanda energética					

Figura 154. Clasificación en función de la demanda de calefacción y refrigeración y la hermeticidad

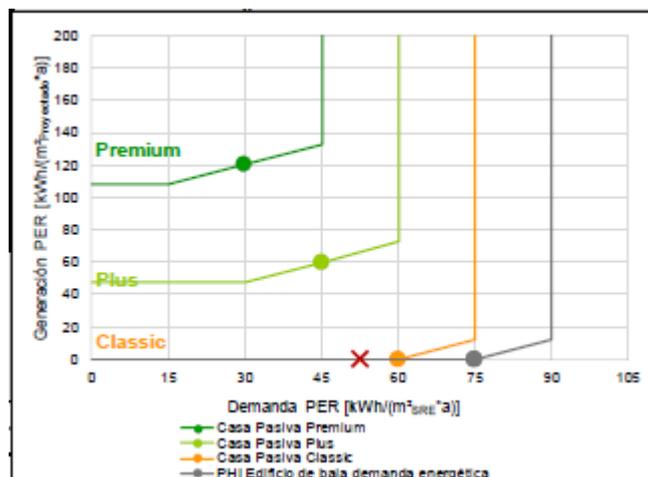


Figura 155. Gráfico clasificación según consumo-generación de energía primaria renovable

La demanda PER se calcula aplicando el factor de conversión PER a la energía final de la siguiente manera:

$$\text{Demanda PER (kW} \cdot \text{h/m}^2 \cdot \text{año)} = \text{Demanda EF} \cdot \text{Factor PER}$$

➤ **Bomba de calor**

Para introducir los aparatos de calefacción o ACS del tipo bomba de calor venimos a esta hoja y la rellenamos con sus datos.

11. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como resultados finales tenemos:

- Los resultados del PHPP
- El informe final del CE3X
- Un informe del SG Save y los datos de la verificación del HE1 y el HE0 con los equipos de sustitución activados (con E.S.)
- Otro informe del SG Save y los datos de la verificación del HE1 y el HE0 con los equipos de sustitución desactivados (sin E.S.)

Los resultados que nos da OpenStudio al realizar la comprobación del HE1 son iguales con los sistemas de sustitución que sin ellos debido a que esta comprobación no tiene en cuenta ninguno de los sistemas introducidos por nosotros o por el propio software.

Los valores que nos da la comprobación del HE0 no son exactamente iguales a los que refleja después el informe. En las tablas y gráficas referidas a esto daré prioridad a los valores que nos da el informe y añadiré los datos que no aparezcan en esta de la verificación del HE0. Esto ocasiona que en ocasiones los valores al sumarlos no den un resultado exactamente igual al plasmado, pero la diferencia es mínima.

11.1. Demandas

Las demandas son las necesidades del edificio para mantener las condiciones de confort. La base del estándar *Passivhaus* es disminuir al mínimo estas. Luego este debería ser uno de los pilares más importantes para la comparación con el CTE.

<i>Demandas límite para Burgos (kW·h/m²·a)</i>		
	Passivhaus	CTE
Demanda de Calefacción límite	15,0	40,3
Demanda de Refrigeración límite	15,0	15,0
Demanda de consumo de Energía primaria no renovable	120,0	-

Tabla 8. Demandas límite para Burgos

Los valores límite del CTE se calculan en el DB-HE1-Tabla 2.1 sabiendo que al edificio situado en Burgos el corresponde la zona climática E.

El estándar *Passivhaus* siempre limita la demanda de calefacción y refrigeración a $15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ para edificios de nueva construcción, a diferencia del CTE que la impone dependiendo de la zona climática en la que se encuentre. Así en Burgos tenemos un límite alto para la calefacción y uno muy bajo para la refrigeración. Sobre la demanda de energía primaria no renovable los edificios pasivos se encuentran por debajo de los $120 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ y el CTE no establece ningún máximo.

<i>Demandas del edificio (kW·h/m²·a)</i>			
	PHPP	CE3X	SG Save
Demanda de Calefacción	8,90	25,3	3,82
Demanda de Refrigeración	8,10	8,30	78,02

Tabla 9. Demandas del edificio

Esta comparación resulta un tanto llamativa sobre todo por la gran diferencia entre la demanda de refrigeración del SG Save y el resto de softwares. Tras probar diferentes métodos de funcionamiento la conclusión es que tanto el PHPP como el CE3X toman en cuenta el efecto de la ventilación mecánica y el recuperador de calor para obtener sus valores, pero el SG Save no lo hace. Estas demandas nos las da la comprobación del HE1, en la que no se tienen en cuenta ninguna de las instalaciones del edificio, por tanto, durante todo el año el edificio se calienta debido a los muros cortina y por la baja transmitancia térmica de los elementos constructivos y la hermeticidad ese calor queda atrapado dentro del edificio.

La baja demanda de calefacción del SG Save se explica con el mismo razonamiento.

La diferencia del valor de necesidad de calefacción del CE3X se puede basar en las limitaciones que tuvimos al introducir la transmitancia térmica del suelo, que el mínimo permitido era casi 3 veces mayor que el real. También puede deberse a la ventilación, que al introducirse con muy pocos datos no se puede regular prácticamente nada su funcionamiento.

En el manual técnico del CE3X, en los apartados 5.1 y 5.2, aparece la explicación de cómo se calcula el consumo a partir de la demanda. Siguiendo el camino inverso voy a calcular las demandas de SG Save con este mismo procedimiento, que al estar ambos basados en el CTE nos pueden resultar válidos para realizar una comparación más exhaustiva. La demanda está totalmente cubierta porque, como veremos más adelante, obtenemos los mismos valores del informe de SG Save con equipos de sustitución y sin ellos, por lo que las fórmulas simplificadas querían así.

$$k_{instalaciones} = \sum \frac{\text{cobertura del equipo}}{n_{equipo}} \cdot k_{EP} \rightarrow$$

$$k_{instalaciones\ cal.} = \frac{0,398}{4} \cdot 1,954 + \frac{0,398}{4} \cdot 1,954 + \frac{0,204}{4,2} \cdot 1,954 = 0,4838$$

$$Demanda\ cal. = \frac{Consumo}{k_{instalaciones}} = \frac{1,81}{0,4838} \rightarrow Demanda\ cal. = 3,74 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot K}$$

Y lo mismo para el caso de la refrigeración:

$$k_{instalaciones\ ref.} = \frac{0,398}{6,3} \cdot 1,954 + \frac{0,398}{6,3} \cdot 1,954 + \frac{0,204}{6,7} \cdot 1,954 = 0,3064$$

$$Demanda\ ref. = \frac{Consumo}{k_{instalaciones}} = \frac{11,12}{0,3064} \rightarrow Demanda\ ref. = 36,29 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot K}$$

Quedando finalmente las demandas de la siguiente tabla:

<i>Demandas del edificio (kW·h/m²·a)</i>				
	PHPP	CE3X	SG Save y calculada	
Demanda de Calefacción	8,90	25,3	3,82	3,74
Demanda de Refrigeración	8,10	8,30	78,02	36,29

Tabla 10. Demandas del edificio más las calculadas

La demanda de calefacción sigue siendo casi igual de baja con este cálculo y la de refrigeración sí ha disminuido bastante, pero sigue siendo alta en comparación con el resto. En los gráficos de consumo mensuales veremos el motivo.

11.2. Consumos anuales de Energía Primaria No Renovable

La energía primaria es la que se suministra al edificio y que incluye además las pérdidas por su transporte, almacenamiento y distribución desde el lugar de su generación.

En el apartado de las diferencias entre los dos estándares ya comentamos la diferencia entre los factores de corrección empleados por ambos para transformar la energía final en energía primaria no renovable. Recordamos que son diferentes entre sí y que el empleado por *Passivhaus* nos ofrece resultados más altos.

Comparando con el punto anterior, vemos que las demandas son mayores que los consumos. Esto se debe a que los rendimientos estacionales de los equipos de calefacción (SCOP) y refrigeración (SEER) son superiores a la unidad, ya que su función es la de mover la energía de un foco a otro (entre el interior y el exterior del edificio) y no la de generarla.

Consumos de Energía Primaria No Renovable EP (kW·h/m²·a)						
	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Otros	Total
PHPP	20,80	3,30	18,90	44,90	26,60	114,50
CE3X	12,26	2,54	18,36	36,36	0,00	69,52
SG Save con E.S.	1,81	11,12	19,49	36,04	70,51	138,97
SG Save sin E.S.	1,81	11,12	18,52	36,04	70,51	138,00

Tabla 11. Consumos anuales de Energía Primaria No Renovable

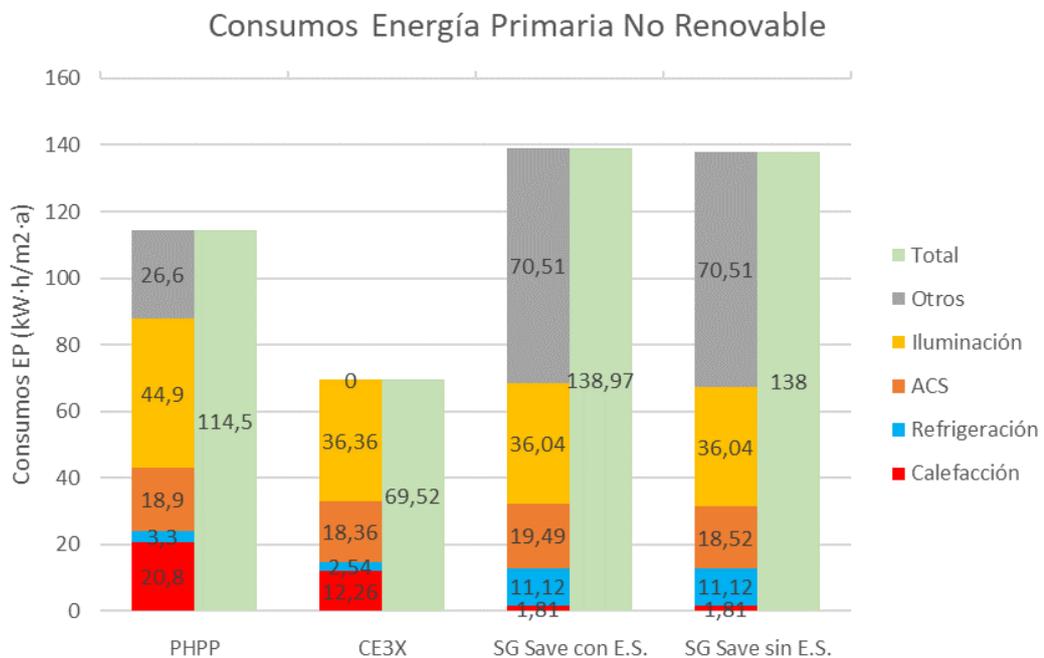


Gráfico 1. Consumo de Energía Primaria No Renovable

Respecto a los consumos de calefacción llama la atención que el PHPP de un resultado bastante más alto que el resto. Esto se debe en gran parte al factor de corrección utilizado. Después compararemos la energía final, a la que no se le aplica ningún factor, para ver la diferencia real. SG Save nos da un consumo casi nulo, posiblemente porque el cálculo que realiza con EnergyPlus es horario y tiene la capacidad de ajustar continuamente el caudal necesario en el recuperador y a través del bypass para conseguir las condiciones ideales en cada momento, así la necesidad de equipos extra se reduce mucho. En cambio, el PHPP realiza cálculos mensuales, y CE3X solo nos los proporciona anuales.

En refrigeración el edificio simulado con el CE3X destaca por el bajo consumo a pesar de no haber introducido absolutamente todos los patrones de sombra sobre las ventanas. Sí pudimos introducir los estores de una manera bastante aproximada con el factor de corrección solar en verano, con lo que la radiación que pasa dentro del edificio se vería reducida. En SG Save a pesar de haber obtenido una demanda tan alta, ahora vemos cómo la ventilación y el recuperador entran en juego y nos dejan un valor de consumo de los Splits bastante similar al del PHPP.

En el Agua Caliente Sanitaria no tenemos mucha variación, ya que la demanda la introducimos nosotros según lo establecido en el CTE y el consumo va en concordancia.

El consumo de iluminación nos lo dan directamente los informes finales del CTE, pero en el PHPP tenemos que calcularlo en la hoja “Electricidad N-R” sumando los valores que aparecen para así poder hacer la comparación. En principio el valor parece bastante mayor que el que nos dan los programas del CTE, pero esto se debe al factor de conversión empleado, como veremos después.

La barra de “Otros” la añado restando del consumo total que tenemos de dato el resto de consumos que tenemos. Vemos que es muy distinta en cada columna, es porque cada programa tiene en cuenta unas cosas. El CE3X no tiene en cuenta ningún consumo aparte de los cuatro representados, SG Save sí cuenta unos consumos de los ventiladores y el recuperador, y PHPP cuenta además con los todos los sistemas que influyan en las cargas internas de calor (por ejemplo, ordenadores o proyectores). En SG Save las cifras de consumo de los ventiladores las establece muy altas a pesar de haber introducido los mismos valores de rendimiento. Son $67,13 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ del SG Save contra $3,08 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ del PHPP.

Vemos que las gráficas de la versión con y sin equipos de sustitución son prácticamente iguales salvo en el ACS, este punto es el único en el que se aprecia algún pequeño cambio, pero es casi insignificante. Esta similitud se traduce en que con los Splits cubrimos perfectamente las demandas del edificio en todo momento.

11.3. Consumos anuales de Energía Final

La energía final es la que consumen directamente nuestros aparatos. Tiene en cuenta las pérdidas por la eficiencia de estos, pero no las pérdidas por transporte, almacenamiento ni distribución. Para comparar mejor los consumos realizamos otra tabla y su gráfica dividiendo la EP entre el factor de conversión correspondiente que haya empleado cada estándar.

Factor EP/EF	
	Electricidad
PHPP	2,600
CTE	1,954

Tabla 12. Factores de conversión

El factor empleado por el estándar *Passivhaus* es bastante mayor respecto del CTE.

Consumo de Energía Final EF (kW·h/m²·a)						
	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Otros	Total
PHPP	8,00	1,27	7,27	17,27	10,23	44,04
CE3X	6,27	1,30	9,40	18,61	0,00	35,58
SG Save con E.S.	0,93	5,69	9,97	18,44	36,08	71,12
SG Save sin E.S.	0,93	5,69	9,48	18,44	36,08	70,62

Tabla 13. Consumos de Energía Final

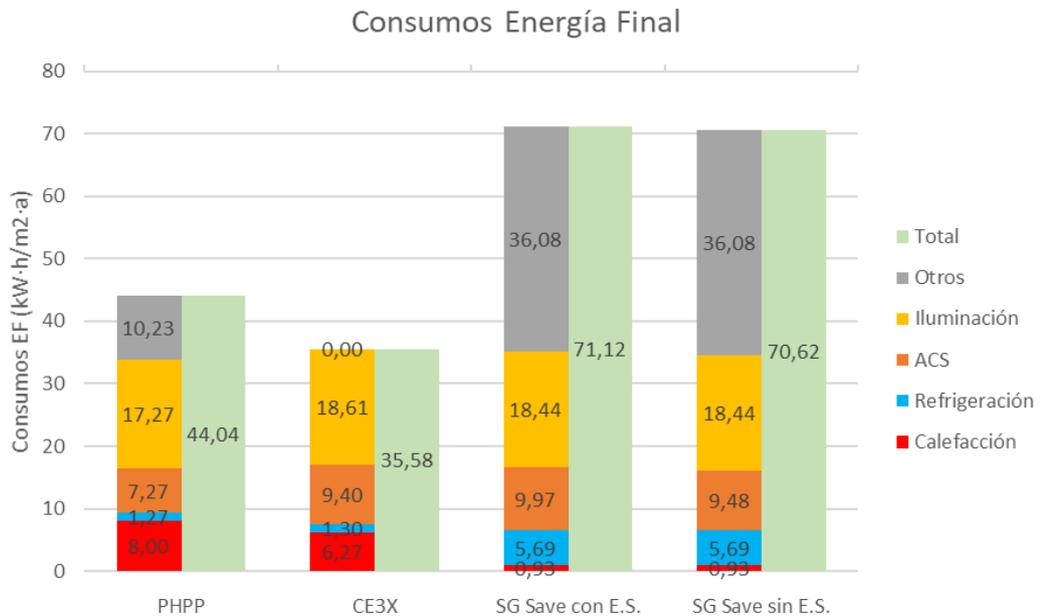


Gráfico 2. Consumos de Energía Final

Eliminando la diferencia causada por los factores de conversión obtenemos unos valores más similares en general.

Casi se ha eliminado la diferencia que teníamos en la iluminación, haciendo incluso que sea ahora menor la del PHPP.

En los consumos de energía primaria no renovable teníamos consumos más altos que la demanda en PHPP, y lo contrario en los programas del CTE. Ahora siempre son menores los consumos que las demandas. Al tratar con valores tan bajos y utilizar el estándar pasivo un factor de conversión tan grande ocasionaba esa diferencia.

11.4. Demandas mensuales de Calefacción

CE3X solo aporta en el informe valores anuales, por lo que solo tenemos la posibilidad de comparar SG Save y PHPP.

Tenemos el problema de que PHPP nos da directamente las demandas, pero SG Save nos da los consumos, por lo que realizamos de nuevo el cálculo anterior para pasar ese consumo a demanda:

$$Demanda\ cal. = \frac{Consumo\ cal.}{k_{cal.}}$$

$$Demanda\ ref. = \frac{Consumo\ ref.}{k_{ref.}}$$

Siendo: $k_{cal.} = 0,4838$ y $k_{ref.} = 0,3064$

Demanda mensual de calefacción (kW·h/m ²)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PHPP	3,04	1,62	0,39	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,94	2,67
SG Save demanda	1,30	0,70	0,48	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,95
SG Save consumo	0,63	0,34	0,23	0,02	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,12	0,46

Tabla 14. Demanda mensual de calefacción

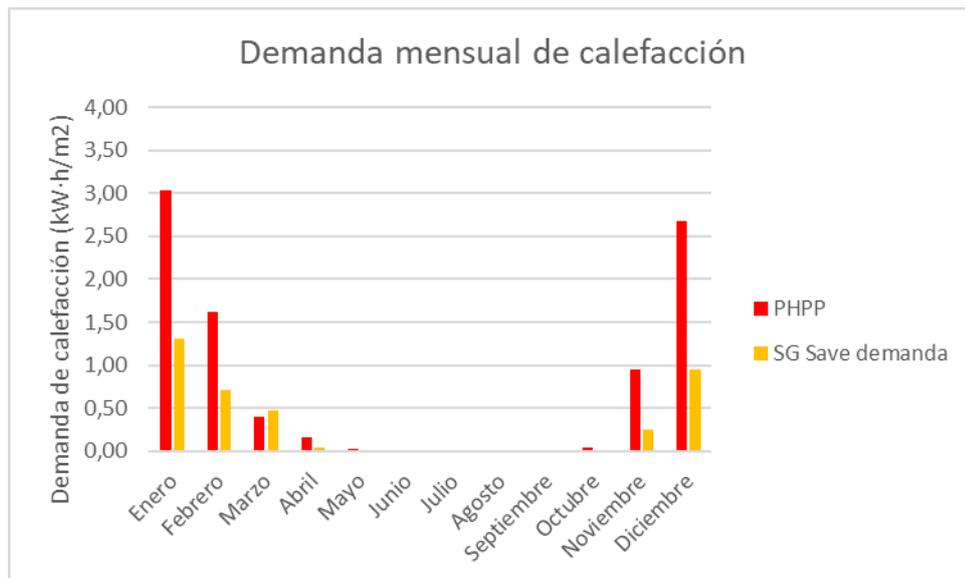


Gráfico 3. Demanda mensual de calefacción

En los meses de invierno el edificio del PHPP necesita más calefacción, pero en el resto del año la demanda es muy similar y durante la mayor parte casi nula.

11.5. Demandas mensuales de refrigeración

Demanda mensual de refrigeración (kW·h/m ²)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PHPP	0,00	0,01	0,03	0,07	0,20	1,01	3,38	2,65	0,65	0,07	0,01	0,00
SG Save demanda	2,35	2,68	2,42	1,14	1,63	2,22	4,67	4,80	4,44	4,11	3,49	2,35
SG Save consumo	0,72	0,82	0,74	0,35	0,50	0,68	1,43	1,47	1,36	1,26	1,07	0,72

Tabla 15. Demanda mensual de refrigeración

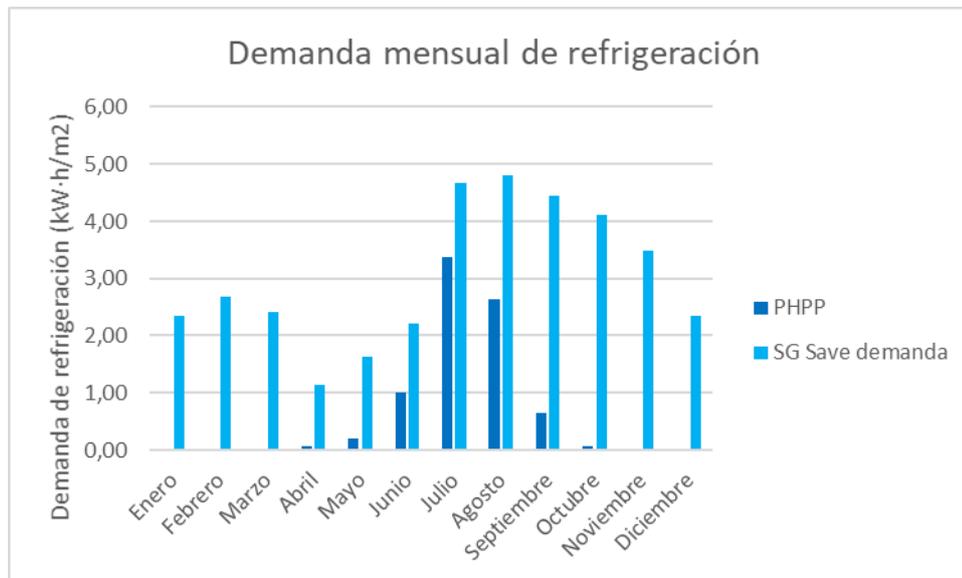


Gráfico 4. Demanda mensual de refrigeración

La baja demanda de calefacción del SG Save se contrapone con la alta de refrigeración, habiendo durante todos los meses del año. Esto nos dice que el sistema de ventilación no se ajusta exactamente a las necesidades del edificio, pero con los mecanismos que tenemos para establecerlo y asimilando todo lo posible los datos que tenemos y los que introducimos, este es el resultado obtenido. Tampoco tenemos la posibilidad de abrir las ventanas cuando hay un exceso de calor y no tanto en el exterior, como hace el edificio en la realidad de forma autónoma, eso ayudaría a bajar esta demanda.

11.6. Emisiones de CO₂

En este término también influye un factor de conversión que se multiplica por la energía final:

Factor kgCO ₂ /EF	
	Electricidad
PHPP	0,532
CTE	0,331

Tabla 16. Factores de conversión de emisiones de CO₂

Igual que en el caso de la conversión entre la energía final y primaria no renovable el caso del PHPP nos dará unos valores más altos.

Emisiones globales de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·a)						
	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Otros	Total
PHPP	4,20	0,70	3,90	9,19	5,41	23,40
CE3X	2,08	0,43	3,11	6,16	0,00	11,80
SG Save con E.S.	0,31	1,88	3,30	6,11	14,76	26,36
SG Save sin E.S.	0,31	1,88	3,14	6,11	14,70	26,14

Tabla 17. Emisiones de CO₂

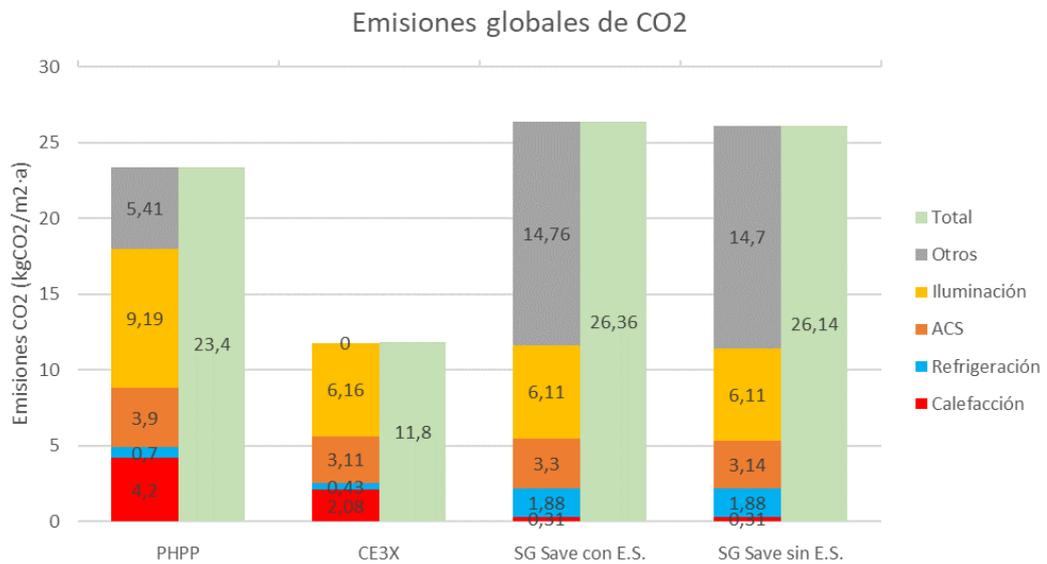


Gráfico 5. Emisiones de CO₂

Los resultados llevan la misma tendencia que los de la energía final. En SG Save los valores se ven empeorados por el consumo de los ventiladores, y en PHPP obtenemos mayor cantidad de emisiones debido principalmente al factor de conversión utilizado.

11.7. Temperaturas interior operativa, exterior y caudal del bypass del recuperador

SG Save nos permite a través de EnergyPlus realizar una simulación muy precisa de muchos parámetros del edificio con una precisión horaria durante todo un año.

Vamos a pasar a mostrar y comentar algunos de los gráficos más representativos de nuestro caso.

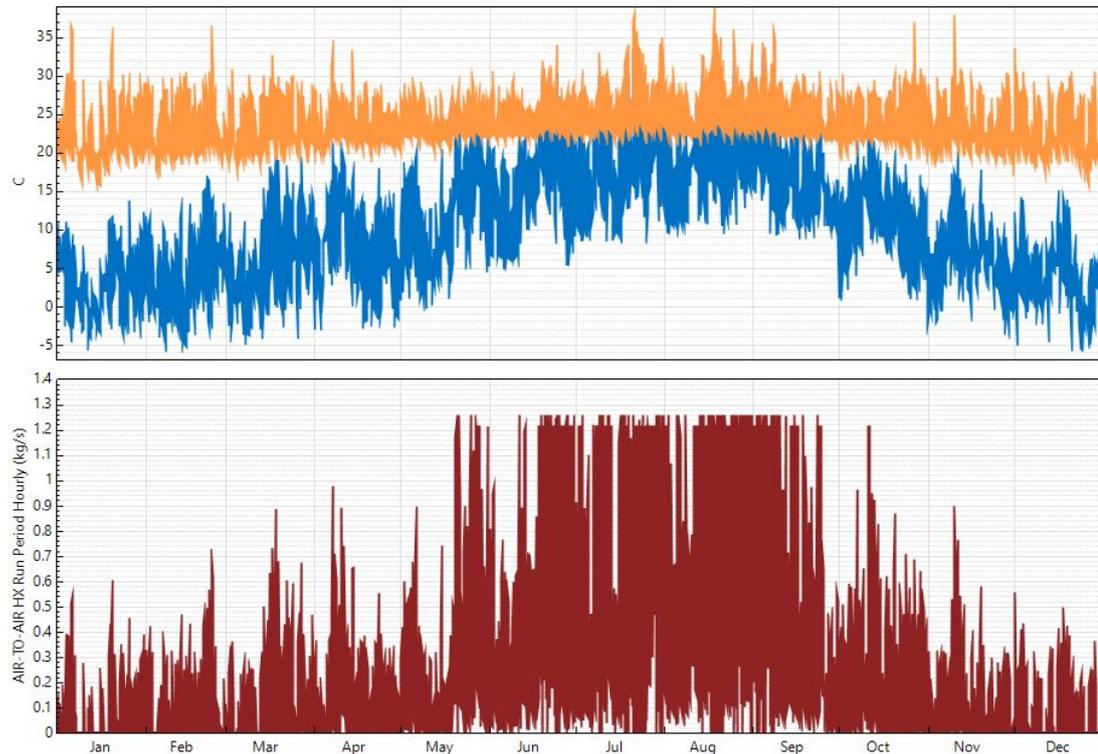


Gráfico 6. Gráfico horario de temperatura ambiente (azul), temperatura operativa interior (naranja) y flujo másico de aire que pasa por el bypass (marrón)

La temperatura ambiente en Burgos oscila entre la mínima de -6°C en invierno y la máxima de 40°C en verano.

La temperatura operativa interior es la media entre la temperatura del aire y la temperatura superficial interior de los cerramientos. Esta es la que se emplea para establecer las condiciones de confort y por ello la mostramos aquí en vez de la del aire, de la que hablaremos más adelante.

Observamos durante prácticamente todo el año una temperatura interior bastante estable, que tiene su mínimo en los 15°C . El máximo que alcanza en verano es debido al funcionamiento que tiene el recuperador en esta simulación: que dirige el aire por el bypass cuando la temperatura interior es mayor 22°C y mayor que la exterior, por ello la gráfica que muestra la temperatura interior cuando pasamos de esa temperatura en la calle es casi una superposición sobre la de la temperatura exterior. En realidad, esto no funciona así, sino que ese bypass sería nocturno, proporcionando aire templado y por el día el aislante contendría dentro, pero este es el funcionamiento más aproximado que hemos podido conseguir.

Se puede apreciar algún pico en meses fríos, y esto es porque, aunque la temperatura exterior sea baja, la radiación puede ser alta y entrar a través de las ventanas calentando el edificio.

11.8. Temperatura interior del aire y operativa

La relación entre estas temperaturas es:

$$t_{operativa} = \frac{t_{aire\ interior} + t_{superficie\ interior}}{2}$$

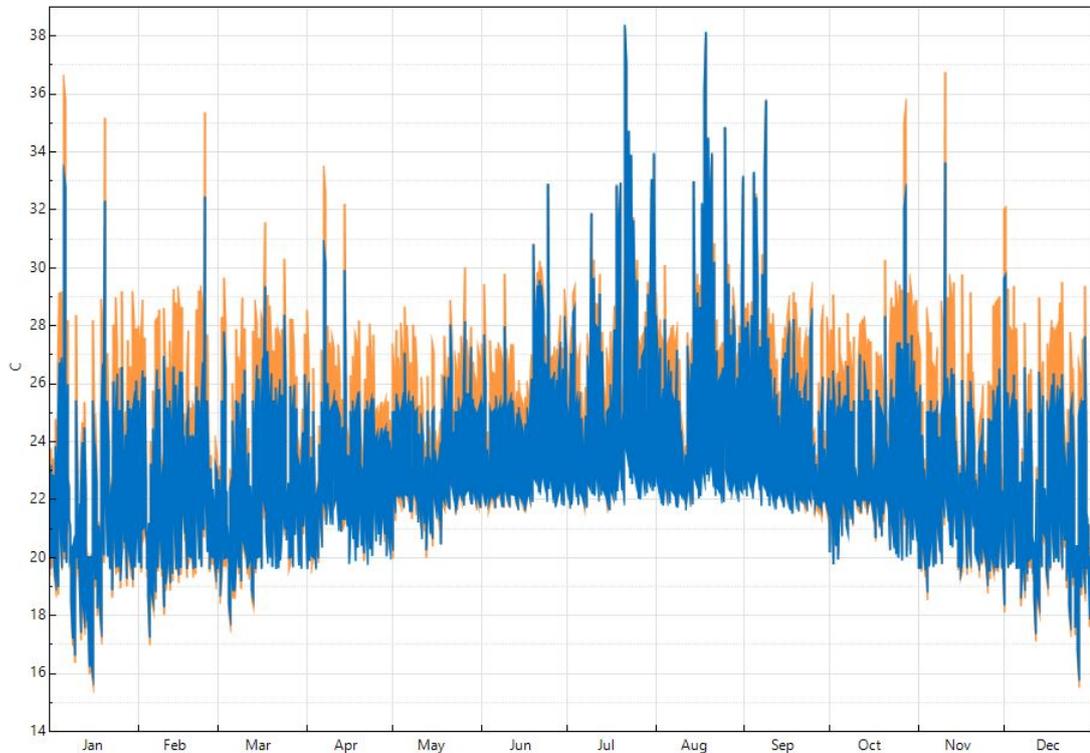


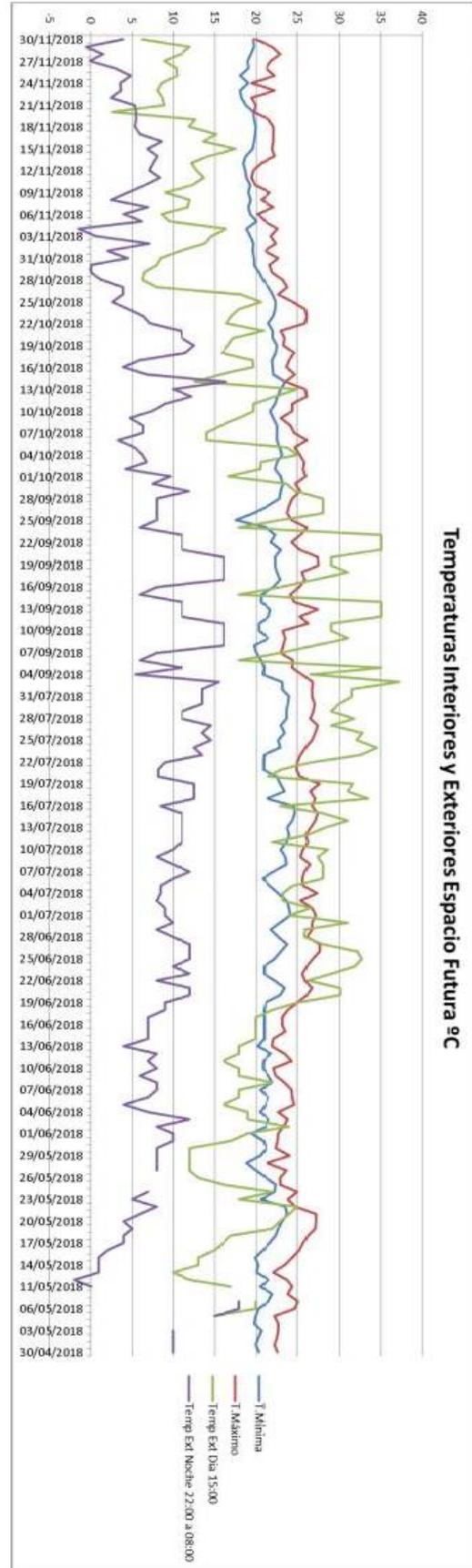
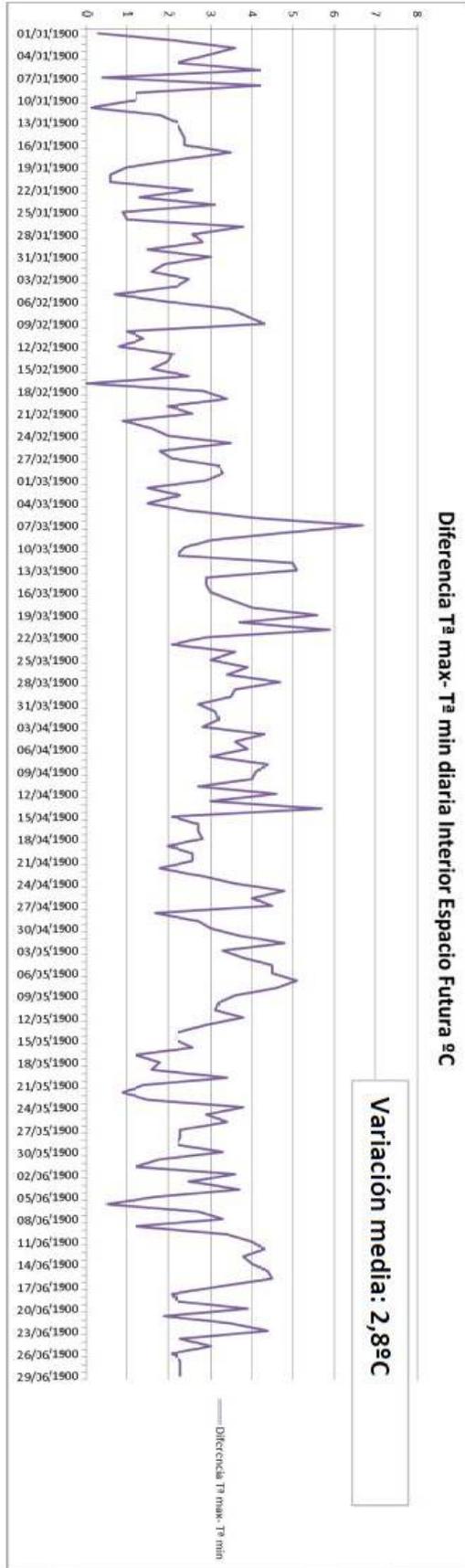
Gráfico 7. Gráfico de temperatura operativa interior (naranja) y temperatura del aire interior (azul)

Mientras que en los edificios convencionales tenemos en invierno bajas temperaturas en las superficies interiores de las paredes y ventanas, en los edificios pasivos como este las tenemos similares a las del aire durante todo el año. Así vemos incluso que la temperatura operativa supera casi siempre a la del aire, la excepción es verano debido a lo que hemos comentado de que el bypass nos introduce aire del exterior durante todo el día, pero el aislante mantiene las paredes a una temperatura inferior.

11.9. Temperaturas reales medidas en el edificio

Este edificio posee sensores para la automatización de la domótica y el verano pasado se estudió el comportamiento del edificio como verificación de que realmente funciona.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”



Tenemos en la primera gráfica la temperatura interior máxima (rojo) y mínima (azul), así como las temperaturas exteriores a las 15:00 (verde) y una media de entre las 22:00 y las 08:00 (morado).

La segunda muestra la variación media diaria de la temperatura en el interior del edificio.

Se aprecia la estabilidad de las temperaturas a pesar de las diferentes temperaturas exteriores, con una variación media diaria de $2,8^{\circ}\text{C}$, como nos muestra el segundo gráfico

Las temperaturas mínimas alcanzadas son de unos 18°C cuando en el exterior no se llega a los 5°C . Y las máximas de 28°C con hasta 37°C fuera.

Con esto podemos comprobar que el funcionamiento real no es el de la simulación en los meses de verano, sino que sería algo más parecido durante todo el año al que muestra en el resto de meses.

12. CONCLUSIONES

Hemos analizado en este TFG un edificio real certificado *Passivhaus*, del que teníamos su PHPP y todos sus datos, bajo el estándar marcado por el Código Técnico de la Edificación y hemos podido comprobar los diferentes criterios y requerimientos de por uno y de otro. Además, hemos descubierto que no solo hay diferencias entre estos dos estándares, sino que también las hay entre los propios softwares que se basan en el CTE.

La demanda y el consumo energético son unos términos muy relacionados. Aumentando la eficiencia de las máquinas podemos mejorar los consumos, y esa parecía ser la tendencia que se tenía al construir e instalar los aparatos para la climatización de los edificios basados en la normativa del Código Técnico. Atajando el problema desde otra perspectiva, el estándar *Passivhaus* pretende sobre todo disminuir la demanda para que los consumos también sean bajos.

En cuanto a la comparación de los resultados entre los dos métodos constructivos cabe remarcar la importancia que le da cada uno a los resultados. Los edificios pasivos se centran en la demanda energética, dado que el consumo irá de la mano como consecuencia directa. La normativa del CTE por el contrario da mayor importancia a los consumos y a las emisiones, pero no permiten introducir otros aparatos que consumen energía que no sean los de calefacción ni refrigeración como pueden ser, por ejemplo, los electrodomésticos. Esto hace que las cifras reflejadas por esos informes no se correspondan con la realidad de forma que parte de los consumos y emisiones producidas por el edificio quedan ocultas.

El PHPP es la única herramienta de certificación que se emplea bajo el estándar *Passivhaus* y esto aporta una gran seguridad a la hora de creernos los resultados obtenidos. Sin embargo, al utilizar dos programas distintos del CTE, ambos igualmente válidos para su cometido, observamos que unos arrojan unos resultados distintos. La normativa actual, por tanto, permite que los certificados obtenidos con distintos programas que pueden arrojar resultados muy diferentes tengan igual validez, dejando de lado la inquietud por ofrecer resultados que concuerden con la realidad.

Las pruebas y el continuo seguimiento que se hace de los edificios pasivos desde la creación del proyecto hasta el fin de la obra influyen enormemente en la consecución de los objetivos y en la adecuación de lo plasmado en papel sobre lo construido en la realidad. Esto añadido a la necesidad de superar las pruebas realizadas por el técnico certificador ajusta mucho lo reflejado en el PHPP con el funcionamiento real del edificio. La construcción de un edificio convencional no lleva este cuidado ni se realiza ninguna prueba para verificar que todo se ha realizado de forma correcta, lo cual aleja el proyecto de la realidad.

En relación a los costes de cada tipo de edificio se debe empezar a dar más importancia a la “hipoteca energética”, que son los gastos que tendrá el edificio de energía durante su vida útil. La construcción edificio pasivo es alrededor de un 15% más cara que la de un edificio convencional, pero los gastos que este tendrá serán mínimos en comparación y dispondrá de un confort mucho mayor. En definitiva, a medio y largo plazo resulta más rentable construir un edificio pasivo.

La tendencia que nos marca la normativa es hacia la construcción de edificios de consumo energético casi nulo, pero a pesar de ello todavía no tenemos un Código Técnico adaptado a esta obligación que se nos impuso desde la Unión Europea y más tarde desde el Congreso, ya que hoy en día se considera edificio de consumo energético casi nulo cualquiera que cumpla con el DB HE. El estándar *Passivhaus* lleva años trabajando en ello, anticipándose a los cambios que se van a producir en los próximos años en la manera de construir, y puede servir de modelo en muchos aspectos para lograr el cambio que deje atrás el concepto que se tiene hoy en día de la edificación y avanzar hacia uno más sostenible.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Passive House Institute, “*Criterios para los Estándares Casa Pasiva, EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda*”, versión 9f, 15/08/2016.
- [2] Ministerio de Fomento, “*Modelo de etiqueta de eficiencia energética*”, Junta de Andalucía, 2013/07/04.
- [3] Boletín Oficial del Estado, “*Real Decreto 235/2013 del 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios*”
- [4] Passive House Institute, “*Building Certification Guide*”, 08/2017
- [5] Passive House Institute, “*Criterios y algoritmos para Componentes certificados Passivhaus: Sistemas constructivos opacos*”, versión 2.11, 16/03/2016.
- [6] Passive House Institute, “*Información, criterios y fórmulas para Certificación de Componentes Passivhaus: Componentes transparentes y elementos practicables en la envolvente térmica*”, versión 5.1, 25/07/2017.
- [7] Passive House Institute, “*Criterios de certificación para edificios no residenciales según el estándar Passivhaus*”, traducción al castellano del 11/04/2014.
- [8] Código Técnico de la Edificación, “*Documento Básico de Salubridad (HS)*”, articulado en 06/2017 y con comentarios del 29/06/2018.
- [9] Código Técnico de la Edificación, “*Documento Básico de Ahorro de Energía (HE)*”, articulado en 06/2017 y con comentarios del 29/06/2018.
- [10] Código Técnico de la Edificación, “*Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (SI)*”, articulado en 02/2010 y con comentarios del 29/06/2018.
- [11] Diario Oficial de la Unión Europea, “*Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios*”
- [12] IDAE, “*Escala de calificación energética. Edificios de nueva construcción*”, AICIA, 05/2009.
- [13] IDAE y Ministerio de Fomento, “*Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria*”, versión 20/07/2014.

- [14] Plataforma de Edificación Passivhaus, “*Guía del estándar Passivhaus*”, 2011.
- [15] Efinovatic, “*Manual de usuario – SG Save*”, edición de mayo del 2017.
- [16] IDAE, “*Manual fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X*”, versión 2015.
- [17] IDAE, “*Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X*”, versión 2016
- [18] Diario Oficial de la Unión Europea, “*Recomendación (UE) 2016/1318 de la Comisión del 29 de julio de 2016 sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejoras prácticas para garantizar que antes de que finalice el 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo*”
- [19] Ministerio de industria, energía y turismo, “*Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*”, 09/2013.
- [20] AENOR, “*UNE-EN 1027. Ventanas y puertas. Estanquidad al agua. Método de ensayo*”, 09/2000.
- [21] AENOR, “*UNE-EN 12210. Puertas y ventanas. Resistencia al viento. Clasificación*”, 04/2000.

14. ANEXOS

14.1. Anexo del Passive House Planning Package

Comprobación

Casa Pasiva Comprobación			
		Edificio: SHOWROOM VEKA	
		Calle: CALLE LÓPEZ BRAVO, 58	
CP / Ciudad: 9001 BURGOS		Provincia/País: Burgos ES-España	
Tipo de edificio: EDIFICIO NO RESIDENCIAL		Datos climáticos: ES0013b-Burgos	
Zona climática: 4: Cálido-templado		Altitud de la localización: 835 m	
Propietario / cliente: VEKAPLAST IBÉRICA SAU		Calle: CALLE LÓPEZ BRAVO, 58	
CP / Ciudad: 9001 BURGOS		Provincia/País: BURGOS ES-España	
Instalaciones: PROMOCIONES Y SERVICIOS AVANTIA		Calle: CALLE VITORIA 59	
CP / Ciudad: 9006 BURGOS		Provincia/País: BURGOS ES-España	
Certificación: ZE PASSIVHAUS SERVICES LTD		Calle: 386 Buxton Rd	
CP / Ciudad: SK2 7BY Stockport		Provincia/País: Greater Manchester GB-Reino Unido de Gran Bretaña e I	
Año construcción: 2018	Temp. interior invierno [°C]: 20,0	Temp. interior verano [°C]: 25,0	
Nr. de viviendas: 1	Ganancias internas de calor (GIC): caso calefacción [W/m²]: 3,5		GIC caso refrigeración [W/m²]: 3,5
Nr. de personas: 16,0	Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]: 84		Refrigeración mecánica: x

Valores específicos referenciados a la superficie de referencia energética							
	Superficie de referencia energética	m²		129,5			
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	≤	9	15	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m²	≤	17	-	10	
Refrigeración	Demanda refrigera. & deshum.	kWh/(m²a)	≤	8	15	15	Sí
	Carga de refrigeración	W/m²	≤	10	-	11	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	≤	-	-	-	
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	≤	0	10	-	Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀	1/h	≤	0,4	0,6	-	Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	≤	115	-	-	-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	≤	53	60	60	Sí
	Generación de Energía Renovable	kWh/(m²a)	≥	0	-	-	

² Celda vacía: Falta dato; "-": No requerimiento

Confirmando que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿Casa Pasiva Classic? **Sí**

Firma: _____

Función: **2-Certificador** Nombre: **Jesus** Apellido: **Menendez**

ID Certificado: _____ Fecha emisión: **17/10/18** Ciudad: **Manchester**

Estándar energético del edificio

1-Casa Pasiva

Clase

1-Classic

Verificación de energía primaria

2-PER (renovable)

Método de comprobación EnerPHit

Edificio nuevo / Modernización

1-Edificio nuevo

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Clima

Casa Pasiva con PHPP, Versión 9.3

Datos climáticos

SHOWROOMVEKA / clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Datos calefacción Datos para método mensual

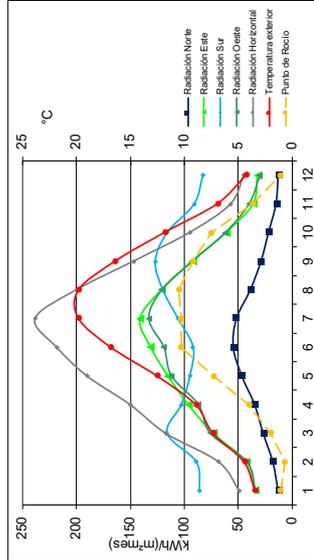
Método anual	Calefacción	Refrigeración
Período calef. / refri.	203	365
Grados hora calef. / refri.	68	127
Radiación Norte	136	385
Radiación Este	349	758
Radiación Sur	618	1217
Radiación Oeste	347	848
Radiación Horizontal	545	1574

Visión general de los resultados

Demanda de calefacción	8.9 kWh/(m ² a)
Carga de calefacción	16.6 W/m ²
Frecuencia sobrecalentamiento	%
Refrigeración sensible	8.1 kWh/(m ² a)
Refrigeración latente	0.0 kWh/(m ² a)
Carga de refrigeración	8.0 W/m ²
Demanda PER	52.5 kWh/(m ² a)

Selección de los datos climáticos

País: ES	
Región: Todas	
Ordenamiento: Alfabético	
Zona climática: ES01 3b-Burgos	
Zona climática: 4: Cálido-templado	
Altitud	891.0 m
Estación climática:	835 m
Ubicación del edificio:	



	Método mensual												Carga calef. °C o W/m ²		Carga refri. °C o W/m ²		PER factores		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sit. met.1	Sit. met.2	Sit. met.1	Sit. met.2			
Mes	31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	11.1	17.6	
ES01 3b-Burgos	Latitud *	42.4	Longitud *	-3.6	Altitud [m]	891	Fluctuación diaria temperatura en verano [K]						14.2	Radiación: [W/m ²]		Radiación: [W/m ²]			
Temperatura exterior	3.4	4.4	7.3	8.9	12.5	16.8	19.8	19.8	16.4	6.9	4.2	0.4	2.2	22.7	19.7	1.25	Electr. doméstica		1.25
Radiación Norte	13	18	27	35	47	55	52	38	29	15	13	10	5	70	50	1.25	ACS		1.25
Radiación Este	34	42	73	96	115	131	141	121	92	36	32	25	5	205	180	1.70	Calefacción		1.70
Radiación Sur	86	89	116	103	95	92	106	120	127	116	83	35	10	195	230	1.30	Refrigeración		1.30
Radiación Oeste	34	42	76	87	112	119	133	121	93	40	30	15	5	205	180	1.45	Deshumidificación		1.45
Radiación Horizontal	49	68	117	150	190	218	238	200	147	85	57	45	30	30	13.3	13.0			
Punto de Rocio	1.1	0.7	2.0	4.0	7.3	10.3	10.3	10.5	9.2	7.5	3.7	1.1	1.1	13.3	13.0				
Temperatura del cielo	-7.3	-6.6	-5.7	-3.2	0.5	4.4	4.9	5.1	3.0	1.2	-3.1	-6.6	-6.6	9.6	13.0				
Temperatura terreno	12.0	11.2	12.2	12.7	13.9	15.3	16.6	17.5	17.6	17.0	14.8	13.3	11.1	11.1	17.6	17.6			
Comentarios:	Temp = 1981-2010; Other monthly = Meteorom; Load data derived by PH1																		

Datos determinados por el usuario: completar las celdas amarillas

Mes	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		PER
	Muster	Latitud *	Muster	Latitud *	Muster	Longitud *	Muster	Longitud *	Altitud [m]	Muster	Altitud [m]	Muster	Nombre de la localidad	Muster	Alt. Verano [K]	Carga-C1	Carga-C2	Carga-R1	Carga-R2	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor	
Temperatura exterior	0.9	0.9	2	5.3	8.4	16.2	16.7	18.7	19.6	19.6	14.7	11	5.9	17	17	-4.0	-2.0	25.1	25.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	Electric. doméstica
Radiación Norte	14.0	15.0	23.0	31.0	41.0	56.0	50.0	49.0	43.0	31.0	21.0	11.0	7.0	10.4	10.4	5	5	104	104	1.3	1.3	1.3	1.3	ACS	
Radiación Este	14.0	21.0	31.0	55.0	106.0	72.0	78.0	70.0	50.0	35.0	17.0	12.0	15	185	185	5	5	185	185	1.8	1.8	1.8	1.8	Calefacción	
Radiación Sur	30.0	33.0	39.0	61.0	101.0	66.0	72.0	82.0	87.0	80.0	27.0	20.0	20.8	208	208	50	50	208	208	1.1	1.1	1.1	1.1	Refrigeración	
Radiación Oeste	14.0	18.0	30.0	52.0	102.0	72.0	82.0	79.0	49.0	36.0	14.0	11.0	15	207	207	5	5	207	207	1.2	1.2	1.2	1.2	Refrigeración	
Radiación Horizontal	23.0	34.0	52.0	97.0	155.0	137.0	148.0	140.0	88.0	60.0	25.0	18.0	20	347	347	20	20	347	347	1.2	1.2	1.2	1.2	Deshumidificación	
Punto de Rocio	0.3	-0.9	1.9	3.0	7.2	11.1	12.5	12.4	10.0	8.2	3.4	-0.9	-3.3	3.4	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	1.2	1.2	1.2	1.2	Deshumidificación	
Temperatura del cielo	-9.0	-8.6	-4.7	-1.2	4.6	8.8	11.5	11.2	8.1	2.9	-3.3	-4.8	-4.8	9.6	13.0	11.1	11.1	17.6	17.6	1.2	1.2	1.2	1.2	Deshumidificación	

Superficies

Casa Pasiva con PHPP. Versión 9.3

Determinación de superficies

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8,9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8,1 kWh/(m²a) / PER: 52,5 kWh/(m²a)

Cuadro resumen			
Zona de temperatura	Grupo de superficies	Nr. de grupo	Superficie / Longitud
A	SRE (sup. de referencia energética)	1	129,50
A	Ventanas al norte	2	0,00
A	Ventanas al este	3	21,83
A	Ventanas al sur	4	63,48
A	Ventanas al oeste	5	0,00
A	Ventanas horizontales	6	0,00
A	Puerta exterior	7	0,00
A	Muro ext. - aire ext.	8	224,50
A	Muro ext. - terreno	9	0,00
B	Techo / cubierta - Aire ext.	10	49,81
B	Solera / losa piso / forjado sanitario	11	49,87
X		12	0,00
X		13	0,00
X		14	0,00
A	PTS ambiente exterior	15	66,66
P	PTS perimetrales en al zócalo	16	0,00
B	Puentes térmicos PIES	17	0,00
I	Muro divisorio entre viviendas	18	0,00
	Total de la envolvente térmica		623,09

Resumen de los elementos constructivos		Valor-U, promedio [W/(m²K)]	Beneficios por radiación por periodo de calefacción [kWh/a]	Beneficios por radiación por periodo de calefacción [kWh/a]
Ventanas al norte		0,852	1374	3971
Ventanas al este		0,825	10453	7243
Ventanas al oeste				
Ventanas horizontales				
Puerta exterior				
Muro ext. - aire ext.		0,141	131	270
Muro ext. - terreno		0,086	162	387
Techo / cubierta - Aire ext.		0,169		
Solera / losa piso / forjado sanitario				
Puentes térmicos - resumen		Ψ [W/(mK)]		
PTS ambiente exterior		0,035		
PTS perimetrales en el zócalo				
Puentes térmicos PIES				
Muro divisorio entre viviendas				
Promedio de la envolvente térmica		0,232		

Introducción de superficies

Nr. de área	Denominación elemento constructivo	Hasta grupo No.	Asignación al grupo	Cantidad	a (m)	b (m)	x (m)	y (m)	Superficie [m²]	Restado por el usuario [m²]	Sustracción de las ventanas [m²]	Valor-U [W/(m²K)]	Desviación respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Factor de reducción de someras total	Absorción de la envolvente exterior	Emisividad exterior
	Huella proyectada del edificio	0		1	X				157,0									
	SRE (sup. de referencia energética)	1		1	X				129,50									
	Puerta exterior	7		1	X													
1	06 MURO EXTERIOR N	8		1	X	3,11			11,1		0,0	0,118	333	90	Norte	0,70	0,60	0,90
2	07 MURO EXTERIOR E	8		1	X	16,69			95,6		0,0	0,118	346	90	North	0,70	0,60	0,90
3	04 MURO EXTERIOR E	8		1	X	6,91			20,7		4,0	0,118	75	90	East	0,70	0,60	0,90
4	06 MURO EXTERIOR E	8		1	X				10,1	27,93	17,9	0,274	63	90	East	0,70	0,60	0,90
5	01 MURO EXTERIOR S	8		1	X				22,2	76,10	53,9	0,274	163	90	Sur	0,70	0,60	0,90
6	03 MURO EXTERIOR S	8		1	X	7,08			15,7		9,5	0,118	153	90	Sur	0,70	0,60	0,90
7	08 MURO EXTERIOR W	8		1	X	7,99			45,8		0,0	0,118	245	90	Oeste	0,70	0,60	0,90
8	02 MURO EXTERIOR W	8		1	X	0,63			3,3		0,0	0,118	243	90	Oeste	0,70	0,60	0,90
9	09 CUBIERTA SUPERIOR_H	10		1	X	16,70			133,1		0,0	0,086	10	0	Hor	0,90	0,70	0,90
10	10 CUBIERTA VESTIBULO_H	10		1	X				23,71		0,0	0,086	90	0	Hor	0,90	0,70	0,90
11	11 SOLERA/LOSA DE CIMENTACION	11		1	X				156,47		0,0	0,169	168	180	Hor	0,90	0,70	0,90

Terreno

Pérdidas de calor a través del terreno

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Sección del edificio 1

Características del terreno		Datos climáticos	
Conductividad térmica	λ	2,0	W/(mK)
Capacidad térmica	ρc	2,0	MJ/(m ³ K)
Profundidad de penetración periódica	δ	3,17	m
Temperatura media interior en invierno		T_i	20,0 °C
Temperatura media interior en verano		$T_{i,v}$	25,0 °C
Temperatura media superficie del terreno		$T_{ter,med}$	12,1 °C
Amplitud $T_{e,promedio}$		$T_{ter,\Delta}$	8,2 °C
Cambio de fases de $T_{e,m}$		τ	1,3 Meses
Duración del periodo de calefacción		n	6,7 Meses
Grados-hora de calefacción, exterior		G_e	67,8 kWh/a
Superficie de losa de piso / entrepiso de sótano		A	156,5 m ²
Longitud perimetral		P	57,2 m
Valores característicos elem. cons. horizontal		B'	5,47 m
Valor-U solera o losa / techo sótano		$U_{l,s,fs}$	0,168 W/(m ² K)
PTs solera o losa / techo sótano		Ψ_{G^*}	W/K
Valor-U solera o losa / techo sótano		$U_{l,s,fs}'$	0,168 W/(m ² K)
Espesor efectivo del piso		d_t	11,90 m
Tipo de losa de piso / solera (marcar sólo un campo)			
<input checked="" type="checkbox"/> Losa de piso / solera en contacto con el terreno			
Espesor / profundidad aislamiento perimetral	D	0,80	m
Espesor aislamiento perimetral	d_n	0,10	m
Conductividad térmica aislamiento perimetral	λ_{borde}	0,036	W/(mK)
Posición del aislamiento perimetral (marcar con una "x")		Horizontal	<input type="checkbox"/>
		Vertical	<input checked="" type="checkbox"/>
Sótano calefactado o losa de piso completamente / parcialmente bajo el nivel de terreno			
Altura pared sótano sobre rasante	z		m
Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno		U_{sot}	W/(m ² K)
Sótano no calefactado			
Altura pared sótano sobre rasante	h		m
Valor-U pared sótano sobre rasante del terreno		U_{par}	W/(m ² K)
Altura pared sótano bajo rasante	z		m
Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno		$U_{par,sot}$	W/(m ² K)
Renovación de aire en sótano no calefactado	n	0,20	h ⁻¹
Valor-U suelo sótano / losa de piso sótano		U_{sot}	W/(m ² K)
Volumen de aire sótano	V		m ³
Losa de piso con cámara de aire ventilada (máx. 0.5 m por debajo de rasante)			
Valor-U losa de piso sobre cámara de aire	U_{hueco}		W/(m ² K)
Sección aperturas de ventilación		ΣP	m ²
Altura pared cámara de aire	h		m
Velocidad de viento a 10 m de altura		v	4,0 m/s
Valor-U pared cámara de aire	U_{par}		W/(m ² K)
Factor de protección del viento		f_v	0,05
Pérdida de puente térmico adicional en el zócalo (perímetro del edificio)			
Cambio de fases	β		Meses
Fracción estacionaria		$\Psi_{P,stat}^{*I}$	W/K
Cuota periódica		$\Psi_{P,harm}^{*I}$	0,000 W/K
Corrección de nivel freático			
Profundidad del nivel freático	$z_{agua\ fr}$	3,0	m
Factor de corrección agua subterránea		$G_{agua\ fr}$	1,00527214
Velocidad de flujo NF	$q_{agua\ fr}$	0,05	m/d

Resultados temporales

Cambio de fases	β	1,40	Meses	Flujo de calor estacionario	Φ_{est}	163,2	W
Conductancia estacionaria	L_S	20,54	W/K	Flujo de calor periódico	Φ_{harm}	30,3	W
Conductancia estacionaria	L_S	8,84	W/K	Pérdidas de calor durante periodo calefacción	Q_{tot}	945	kWh
Conductancia periódica exterior	L_0	26,29	W/K				

Temperaturas del terreno mensuales para cálculo de método mensual (elemento constructivo 1)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor medio
Invierno	12,0	11,2	11,1	11,7	12,8	14,2	15,5	16,4	16,5	15,9	14,8	13,3	13,8
Verano	13,1	12,3	12,2	12,7	13,9	15,3	16,6	17,5	17,6	17,0	15,9	14,4	14,9

Temperatura de cálculo del terreno para la hoja 'Carga-C'

11,1

Para hoja 'Carga-R'

17,6

Factor de reducción para hoja 'Calefacción anual'

0,53

Resultado total (todas las secciones del edificio)

Cambio de fases	β	1,40	Meses	Flujo de calor estacionario	Φ_{est}	163,2	W
Conductancia estacionaria	L_S	20,54	W/K	Flujo de calor periódico	Φ_{harm}	30,3	W
Conductancia periódica exterior	L_{pe}	8,84	W/K	Pérdidas de calor durante periodo calefacción	Q_{tot}	945	kWh
Conductancia edificio	L_0	26,29	W/K	Valores característicos elem. cons. horizontal	B'	5,47	m

Temperaturas del terreno mensuales para cálculo de método mensual (todos los elementos constructivos)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor medio
Invierno	12,0	11,2	11,1	11,7	12,8	14,2	15,5	16,4	16,5	15,9	14,8	13,3	13,8
Caso verano	13,1	12,3	12,2	12,7	13,9	15,3	16,6	17,5	17,6	17,0	15,9	14,4	14,9

Temperatura de cálculo del terreno para hoja 'Carga-C'

11,1

Para hoja 'Carga-R'

17,6

Factor de reducción para hoja 'Calefacción anual'

0,53

Componentes

Elementos constructivos (Valores-U)					
Valores recomendados para comenzar la optimización: Valores-U muros y cubiertas Solera / losa piso: 0.3 W/(m²K) 0.63 W/(m²K)					
ID	Sistema constructivo	Elemento constructivo	Espesor total	Valor-U	Aislamiento interior
Resumen de los elementos constructivos calculados en la hoja 'Valores-U'			m	W/(m²K)	-
01ud	Muro exterior	Muro exterior	0,325	0,118	0
02ud	Cubierta	Cubierta	0,453	0,086	0
03ud	Losa de cimentacion	Losa de cimentacion	0,650	0,169	0
04ud	muro cortina	muro cortina	0,275	0,274	0

Acristalamiento			
Acristalamiento recomendado para empezar la planificación			
Acristalamiento triple aislado térmicamente (¡Por favor, considere el criterio de confort!)			
ID	Descripción	Valor g	Valor-Ug
		W/(m²K)	
01ud	Guardian KlimaGuard 3+3/18/4/18/3+3	0,50	0,52
02ud	Guardian KlimaGuard 4/20/4/20/4	0,53	0,52
03ud	Guardian KlimaGuard 4+4/16/4/16/4+4	0,49	0,57
04ud	Guardian KlimaGuard 4+4/16/6/14/4+4	0,49	0,60
05ud	Guardian KlimaGuard 6/16/6/18/6	0,51	0,55

Marcos de ventana									
ID	Descripción	Valor U _f				Ancho del marco			
		Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba	Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m
01ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Prac	1,03	1,03	1,03	1,03	0,124	0,124	0,124	0,124
02ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Fija	1,03	1,03	1,03	1,03	0,082	0,082	0,082	0,082
03ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Abat	1,03	1,03	1,03	1,03	0,124	0,124	0,124	0,124
04ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Fija - Entre dos cristales Izqda	1,03	1,03	1,03	1,03	0,041	0,082	0,082	0,082
05ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Fija - Entre dos cristales Dcha	1,03	1,03	1,03	1,03	0,041	0,082	0,041	0,041
06ud	INRIALSA PVC SA Ecooven Plus Fija - Entre cuatro cristales I+D	1,03	1,03	1,03	1,03	0,041	0,041	0,082	0,082

Aparatos de ventilación con recuperación de calor													
ID	Descripción	Especificaciones recomendadas para comenzar con la planificación: Protección frente a la congelación: Sí; Recuperación de humedad:			Información adicional del aparato								
		75 %	0,45		Rango de aplicación		Presión exterior por sección	Ajustes de humedad	Protección frente a congelación necesaria	Protección contra el ruido		Información adicional	
		Rendimiento del recuperador de calor	Valor de recuperación de energía	Eficiencia	m³/h	m³/h	Pa	Pa		35 dB(A)	Aire de inyección dB(A)	Aire de extracción dB(A)	
01ud	ComfoAir Q600 HRV	87%	0%	0,24	70	460	100	incl.	sí	/	48	48	

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

3 horas-hora calefacción [kWh/a] 67,8

Cantidad	Descripción	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Medidas hueco de albanilería		Instalado en	Acristalamiento	Marco	Valor g		Valor-U	Borde de vidrio	Situación de instalación				Resultados			Indicador de temperatura en la superficie de la ventana				
				Anchura	Altura				Radiación perpendicular	Acristalamiento			Marco (pro-medio)	$\psi_{\text{vidrio}} (\text{Prom.})$	Abajo	Arriba	$\psi_{\text{ventanas}} (\text{Prom.})$	Superficie de ventana	Superficie de vidrio	Lv instalada	Proporción de acristalamiento por ventana %	Excepción	Confort	Balace de energía
1	V07c_Win_44575_S	152,6	90	Sur	1,090	1,810	5-01_S	1.0:denar. COMO LISTA	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	1	0,040	2,0	1,66	0,79	84%		124
1	V07d_Win_64420_S	152,6	90	Sur	1,090	2,070	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,3	1,92	0,76	85%		221
1	V08a_Win_15458_S	152,6	90	Sur	1,089	3,620	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	3,9	3,48	0,74	88%		417
1	V08b_Win_15478_S	152,6	90	Sur	1,089	1,260	5-01_S	04ud-Guardian ClimateGuard 4416/1614/44	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,49	0,60	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,4	1,10	0,90	80%		43
1	V07e_Win_64313_S	152,6	90	Sur	1,090	0,990	5-01_S	01ud-Guardian ClimateGuard 3318/1818/33	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,50	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,1	0,83	0,87	77%		108
1	V06a_Win_15443_S	152,6	90	Sur	1,091	1,663	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,8	1,51	0,80	83%		176
1	V10a_Win_15472_S	152,6	90	Sur	1,160	0,470	5-01_S	02ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,5	0,33	1,05	60%		9
1	V10b_Win_15468_S	152,6	90	Sur	1,160	0,840	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,0	0,73	0,89	75%		12
1	V01b_Win_59533_S	152,6	90	Sur	1,090	2,080	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,3	1,85	0,77	82%		181
1	V01c_Win_59030_S	152,6	90	Sur	1,090	0,660	5-01_S	02ud-Guardian ClimateGuard 4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,7	0,35	1,04	48%		-23
1	V01e_Win_58849_S	152,6	90	Sur	1,090	2,140	5-01_S	01ud-Guardian ClimateGuard 3318/1818/33	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,50	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,3	1,59	0,86	68%		137
1	V12a_Win_59344_S	152,6	90	Sur	1,160	0,730	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,8	0,61	0,92	72%		32
1	V13_Win_59633_S	152,6	90	Sur	1,160	1,310	5-01_S	04ud-4416/1616/44	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,49	0,60	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,5	1,27	0,90	84%		60
1	V12b_Win_59710_S	152,6	90	Sur	1,160	0,580	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,7	0,45	0,98	67%		-13
1	V06c_Win_15463_S	152,6	90	Sur	1,091	1,748	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,9	1,60	0,77	84%		154
1	V09a_Win_54576_S	152,6	90	Sur	1,090	2,140	5-01_S	01ud-3318/1818/33	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,50	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,3	1,99	0,78	85%		219
1	V09b_Win_54595_S	152,6	90	Sur	1,090	2,080	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,3	1,93	0,76	85%		197
1	V02b_Win_55127_S	152,6	90	Sur	1,090	0,660	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,7	0,50	0,96	69%		-2
1	V02a_Win_55001_S	152,6	90	Sur	1,090	1,830	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	2,0	1,68	0,79	84%		125
1	V05d_Win_63618_S	152,6	90	Sur	1,090	3,050	5-01_S	02ud-4416/1616/44	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,49	0,57	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	3,3	2,91	0,80	88%		305
1	V05c_Win_65116_S	152,6	90	Sur	1,090	1,100	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,2	0,84	0,86	79%		33
1	V06d_Win_57181_S	152,6	90	Sur	1,091	0,653	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,8	1,46	0,78	83%		149
1	V06e_Win_63221_S	152,6	90	Sur	1,091	0,650	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,7	0,49	0,96	69%		-9
1	V05a_Win_63295_S	152,6	90	Sur	1,090	1,520	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	1,7	1,37	0,78	82%		157
1	V08d_Win_15483_S	152,6	90	Sur	1,091	0,816	5-01_S	02ud-4204/204	09ud-NRRL SA PVC SA Ecoven Plus	0,53	0,52	1,03	0,035	1	1	0	0	0,040	0,9	0,66	0,86	74%		63

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Sombras

Canti- dad	Descripción	Dimension con respecto al front horizontal	Ángulo de incidencia horizontal	Orientación	W _g [m]	Archo del aldo	Alura del aldo	Superficie de alura del aldo	Alura del aldo que causa la sombra	Horizonte		Teleses / Remanentados laterales		Voladizos / Voladizos		Factor de reducción adicional para comparación en verano	Z _{horiz} [%]	Z _{temp} [%]	Factores de reducción por sombreado en invierno				Factores de reducción por sombreado en verano			
										Distancia horizontal	Ángulo [m]	Producción de interferencias laterales	Distancia de los del aldo al sombreado	Distancia del borde superior del aldo sombreado	Distancia del borde inferior del aldo sombreado				Horizonte	Teleses / Remanentados	Voladizos / Voladizos	Total para la carga de calefacción	Horizonte	Teleses / Remanentados	Voladizos / Voladizos	Total para la carga de refrigeración
1	M16a.Wm.16272.S	76	90	Este	0.68	1.93	1.3	1.3	0.14	1.668	18.23	0.25	0.14	2.2%	94%	20%	41%	88%	40%	40%						
1	M16b.Wm.16273.E	76	90	Este	0.68	1.93	1.3	1.3	0.14	1.668	22.24	0.25	0.14	2.2%	94%	20%	41%	88%	40%	40%						
1	M17a.Wm.16402.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17b.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17c.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17d.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17e.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17f.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17g.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17h.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17i.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17j.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17k.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17l.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17m.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17n.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17o.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17p.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17q.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17r.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17s.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17t.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17u.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17v.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17w.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17x.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17y.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M17z.Wm.16403.E	83	90	Este	0.29	0.82	0.7	0.7	0.09	0.827	8.33	0.12	0.09	0.7%	97%	71%	83%	100%	80%	80%						
1	M18a.Wm.16442.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18b.Wm.16443.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18c.Wm.16444.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18d.Wm.16445.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18e.Wm.16446.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18f.Wm.16447.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18g.Wm.16448.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18h.Wm.16449.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18i.Wm.16450.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18j.Wm.16451.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18k.Wm.16452.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18l.Wm.16453.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18m.Wm.16454.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18n.Wm.16455.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18o.Wm.16456.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18p.Wm.16457.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18q.Wm.16458.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18r.Wm.16459.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18s.Wm.16460.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18t.Wm.16461.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18u.Wm.16462.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18v.Wm.16463.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18w.Wm.16464.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18x.Wm.16465.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18y.Wm.16466.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M18z.Wm.16467.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19a.Wm.16468.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19b.Wm.16469.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19c.Wm.16470.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19d.Wm.16471.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19e.Wm.16472.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19f.Wm.16473.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19g.Wm.16474.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19h.Wm.16475.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19i.Wm.16476.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88%	100%	79%	79%						
1	M19j.Wm.16477.S	103	90	Sur	1.01	2.04	2.1	4.10	0.30	1.608	13.25	0.10	0.30	0.8%	97%	59%	88									

Ventilación

Datos de ventilación

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Superficie de referencia energética A _{SRE}	m ²	130	(Hoja de cálculo 'Superficies')
Altura de la habitación h	m	4,85	4,85
Volumen de aire interior ventilación (A _{SRE} ·h) = V _v	m ³	628	(Hoja de cálculo 'Calefacción anual')

Tipo de ventilación

Por favor seleccione

1-Vent. equilibrada PH con recuperación calor

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficiente e de clase de protección de viento	Coeficientes de protección al viento e y f	
	Varios lados expuestos al viento	Sólo un lado expuesto al viento
Sin protección	0,10	0,03
Protección moderada	0,07	0,02
Protección alta	0,04	0,01
Coeficiente f	15	20

Coeficiente de protección de viento e

	PI demanda anual	PI período calefacción:
	0,07	0,18

Coeficiente de protección de viento f

	15	15
--	----	----

Volumen de aire neto para el ensayo de presión V_{n50}

Permeabilidad del aire q₅₀

Tasa renovación aire ensayo presión n₅₀

1/h	0,37	0,37	633
-----	------	------	-----

0,38 m³/(hm²)

Exceso de aire de extracción

	PI demanda anual	PI período calefacción:
1/h	0,00	0,00

Tasa renovación aire por infiltración n_{v,Infiltración}

1/h	0,026	0,065
-----	-------	-------

Selección de los datos de la ventilación - Resultados

El PHPP ofrece dos métodos posibles para la Planificación de los caudales de aire y la elección del aparato de ventilación. Con la Planificación estándar se puede calcular las renovaciones de aire para edificios residenciales y un aparato de ventilación como máximo. En la hoja 'Ventilación ad' se pueden considerar hasta 10 aparatos de ventilación. Los caudales de aire se pueden calcular por habitación o por zonas. Favor de seleccionar aquí el método de diseño.

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor	Tasa de renovación caudal diseño m ³ /h	Tasa de renovación renovación de aire 1/h	Exceso de aire de extracción (sist. extracción de aire) 1/h	Valor de eficiencia de RC efectiva de ventilación Ap. de ventilación [%]	Recuperación de energía [%]	Potencia específica Wh/m ²	Valor de eficiencia de RC efectiva del ITA [%]
Diseño estándar (Hoja de cálculo 'Ventilación', ver abajo)							
Múltiples unidades de ventilación (Hoja de cálculo 'Vent-Adicional')	110	0,18	0,00	83,4%	0,0%	0,24	0,0%

Grado refrigeración: []
Eficiencia recuperación calor ITA ITA: 0%

Humedad interior media durante el funcionamiento en invierno

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
36%	35%	38%	42%	51%	-	-	-	-	52%	41%	36%

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Entrada de datos para la ventilación equilibrada (esta hoja está inactiva. El cálculo se realiza en 'Vent-Adicional')

Dimensionado del sistema de ventilación con un sólo aparato de ventilación

Ocupación	m ² /pers.	8				
Cantidad de personas	P	16,0				
Aire de impulsión por persona	m ³ /(P·h)	20				
Demanda de aire de impulsión	m ³ /h	320				
Habitaciones de extracción de aire						
Cantidad						
Demanda de extracción de aire por habitación	m ³ /h	60	40	20	20	45
Demanda total de aire de extracción	m ³ /h	390				

Caudal de aire de diseño (máx.)	m ³ /h	390	Recomendado:	390	m ³ /h
---------------------------------	-------------------	-----	--------------	-----	-------------------

Cálculo de la renovación de aire media

Tipos de operación	Horas diarias de funcionamiento h/d	Factores referenciados al máximo	Caudal de aire m ³ /h	Renovación de aire 1/h
Máximo		1,00	390	0,62
Estándar	14,0	0,77	300	0,48
Ventilación base		0,54	210	0,33
Mínima	10,0	0,40	156	0,25
	Valor medio	0,62	Renovación de aire media (m ³ /h)	Tasa de renovación de aire media (1/h)

Selección de aparato de ventilación con recuperación de calor

Situación de la unidad de ventilación: **1-Dentro de la envolvente térmica**

Ir a lista de aparatos de ventilación 1-Ordenar: COMO LISTA	Eficiencia recuperación calor Unidad η_{rec}	Recuperación de energía η_{REV}	Eficiencia específica [Wh/m ³]	Uso [m ³ /h]	Protección contra la congelación
8tud-ComfoAir Q600 HRV	0,87	0,00	0,24	70 - 460	si

Medida protección contra congelación: **2-Elec.**

Conductancia ducto de admisión Ψ	W/(mK)	Longitud del ducto de admisión m	3,5	Límite de temperatura [°C]	-4
Conductancia del ducto de expulsión Ψ	W/(mK)	Longitud del ducto de expulsión m	3	Energía útil(kWh/a)	0
Temp. del cuarto de instalaciones °C		Temperatura interior (°C)	20	Temp. media ext. periodo calef. (°C)	7,0
(Sólo introducir en el caso de que la unidad central está fuera de la envolvente térmica)		Temp. media terreno (°C)	12,1		

Valor efectivo de recuperación de calor $\eta_{HR,ef}$

Eficiencia del Recuperador del intercambiador geotérmico

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA) η_{ITA}

Eficiencia de recuperación de calor del ITA η_{ITA} 0%

Cálculo secundario
Valor- Ψ del conducto de aire de impulsión o de admisión

Diámetro interior: 200 mm
Espesor del aislamiento: 50 mm
¿Reflectante? x Si / No

Conductividad térmica: 0,035 W/(mK)
Caudal de aire nominal: m³/h

Δs 13 K
Diámetro exterior del tubo 0,200 m
Diámetro exterior 0,300 m
 α -interior W/(m²K)
 α -Superficie W/(m²K)

Valor- Ψ W/(mK)
Diferencia de temp. Superficial K

Cálculo secundario
Valor- Ψ del conducto de aire de expulsión o de extracción

Diámetro interior: 200 mm
Espesor del aislamiento: 50 mm
¿Reflectante? x Si / No

Conductividad térmica: 0,035 W/(mK)
Caudal de aire nominal: m³/h

Δs 13 K
Diámetro exterior del tubo 0,200 m
Diámetro exterior 0,300 m
 α -interior W/(m²K)
 α -Superficie W/(m²K)

Valor- Ψ W/(mK)
Diferencia de temp. Superficial K

Vent-Adicional

Entrada adicional para la ventilación equilibrada

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Dimensionado de la ventilación para sistemas aparatos múltiples

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor			
En hoja Ventilación (diseño estándar)			(Hoja de cálculo 'Ventilación')
En hoja de cálculo 'Vent-Adicional'	x		(Vent-Adicional)
Superficie de referencia energética A _{SRE}	m ²	130	(Hoja de cálculo 'Superficies')
altura de la habitación h	m	4,85	(Hoja de cálculo 'Calefacción anual')
Volumen de aire por habitación ventilación (A _{SRE} *h) = V _{vent}	m ³	628	(Hoja de cálculo 'Calefacción anual')
Cantidad de personas	P	16,0	(Hoja de cálculo 'Ventilación')
Temperatura interior	°C	20	(Hoja de cálculo 'Calefacción anual')
Temperatura exterior media periodo de calefacción	°C	7,0	(Hoja de cálculo 'Ventilación')
Temperatura media de la superficie del terreno	°C	12,1	(Hoja de cálculo 'Terreno')
Duración del periodo de calefacción	d/a	203	(Hoja de cálculo 'Calefacción')
Tipo de ventilación	1-Vent. equilibrada PH con recuperación calor		(Hoja de cálculo 'Ventilación')

Resultados de diseño de ventilación y selección de aparato:

Aparato ventilación aparatos de	Descripción del aparato	Diseño		Valor promedio anual		
		V _{SUP} m ³ /h	V _{ETA} m ³ /h	V _{SUP} m ³ /h	V _{ETA} m ³ /h	Renov. aire 1/h
1	ZehnderQ600	391	393	110	110	---
2						---
3						---
4						---
5						---
6						---
7						---
8						---
9						---
10						---

Resultado p/ sist. de ventilación general

391	393	110	110	0,18
-----	-----	-----	-----	------

Eficiencia de recuperación de calor efectiva	Energía calor efva. recup. de calor	Espec. Potencia específica	Eficiencia de recuperación de calor efectiva del ITA
83%	0%	0,24	0%

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Calefacción anual

Demanda de calefacción (método anual)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

		Temperatura interior: <input type="text" value="20,0"/> °C	
		Tipo de edificio: EDIFICIO NO RESIDENCIAL	
		Superficie de referencia energética A _{SRE} : <input type="text" value="129,5"/> m ²	

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m ²	Valor-U W/(m ² K)	Fact temp. Ft	G _t kWh/a	kWh/a	Por m ² de SRE
Muro ext. - aire ext.	A	224,5	0,141	1,00	67,8	2140	16,52
Muro ext. - terreno	B			0,53			
Techo / cubierta - Aire ext.	A	156,8	0,086	1,00	67,8	912	7,04
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	156,5	0,169	0,53	67,8	948	7,32
	A			1,00			
	A			1,00			
	X			0,75			
Ventanas	A	85,3	0,832	1,00	67,8	4811	37,15
Puerta exterior	A			1,00			
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	66,7	0,035	1,00	67,8	158	1,22
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			0,53			0,00
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			0,53			0,00

Total de superficies de la envolvente térmica		623,1					kWh/(m ² a)
Pérdidas de calor por transmisión Q_T			Total		8970	69,3	

Sistema de ventilación:		Caudal de aire efectivo V _V m ³ /h		A _{SRE} m ²	Altura libre habitación m	m ²	
Rendimiento del recuperador de calor de la recuperación de calor	η _{ref}	<input type="text" value="83%"/>		<input type="text" value="129,5"/>	<input type="text" value="4,85"/>	<input type="text" value="628,1"/>	
Eficiencia de recuperación de calor del intercambiador tierra-aire (ITA)	η _{ITA}	<input type="text" value="0%"/>					
Tasa de renovación de aire energéticamente efectiva n _{V,ent} 1/h		<input type="text" value="0,175"/>	(1 - η _{HR})	η _{HR}	n _{V,Res} 1/h	<input type="text" value="0,055"/>	
			<input type="text" value="0,83"/>	<input type="text" value="0,83"/>	<input type="text" value="0,026"/>		
Pérdidas de calor por ventilación Q_{vent}		<input type="text" value="628,1"/>	<input type="text" value="0,055"/>	<input type="text" value="0,33"/>	<input type="text" value="67,8"/>	<input type="text" value="775"/>	<input type="text" value="6,0"/>

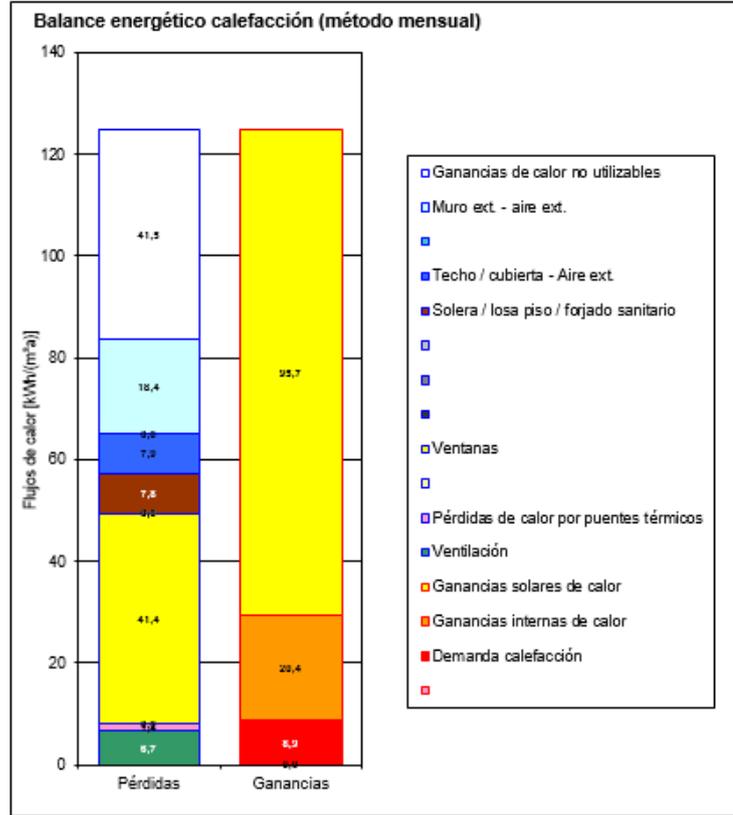
Pérdidas totales de calor Q_P		<input type="text" value="8970"/>	<input type="text" value="775"/>	Ahorro	<input type="text" value="1,0"/>	<input type="text" value="9745"/>	<input type="text" value="75,3"/>
--	--	-----------------------------------	----------------------------------	--------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Orientación de la superficie	Factor de reducción Compare c/ hoja Ventan	Valor g (Radiación perp.)	Superficie m ²	Radiación global kWh/(m ² a)	kWh/a		
Norte	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="136"/>	<input type="text" value="0"/>		
Este	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,51"/>	<input type="text" value="21,83"/>	<input type="text" value="251"/>	<input type="text" value="911"/>		
Sur	<input type="text" value="0,43"/>	<input type="text" value="0,52"/>	<input type="text" value="63,48"/>	<input type="text" value="585"/>	<input type="text" value="8180"/>		
Oeste	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="347"/>	<input type="text" value="0"/>		
Horizontal	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="545"/>	<input type="text" value="0"/>		
Ganancias de calor por radiación solar Q_G					Total	<input type="text" value="9091"/>	<input type="text" value="70,2"/>

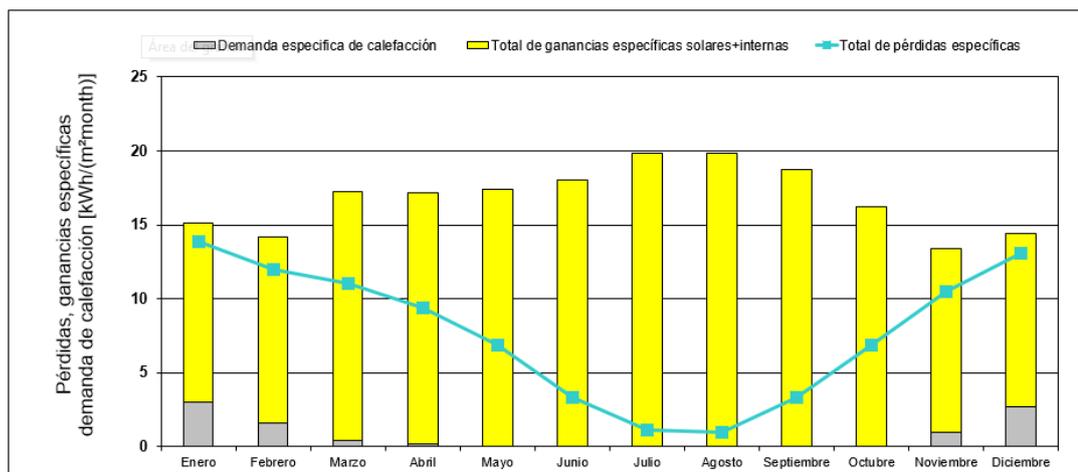
Ganancias internas de calor (GICs) Q_I	Periodo calefacción anual kh/d	<input type="text" value="0,024"/>	Potencia esp. q _I W/m ²	<input type="text" value="3,50"/>	A _{SRE} m ²	<input type="text" value="129,5"/>	kWh/a	<input type="text" value="2213"/>	kWh/(m ² a)	<input type="text" value="17,1"/>
Calor disponible Q _{disponible}								<input type="text" value="11304"/>	<input type="text" value="87,3"/>	
Relación entre calor disponible y pérdidas calor								<input type="text" value="1,16"/>		
Aprovechamiento efectivo de las ganancias de calor η _G								<input type="text" value="77%"/>		
Ganancias de calor Q_G								<input type="text" value="8660"/>	<input type="text" value="66,9"/>	

Demanda de calefacción Q_{cal}	Q _P - Q _G	<input type="text" value="1086"/>	kWh/a	<input type="text" value="8"/>	kWh/(m ² a)
Valor máx. permisió	<input type="text" value="15"/>	kWh/(m ² a)	¿Requerimiento cumplido?	<input type="text" value="Sí"/>	(Sí/No)

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	12,6	10,8	9,8	8,3	5,9	2,6	0,6	0,6	3,0	6,4	9,7	12,1	82	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	5,9	5,9	5,8	5,2	4,5	3,4	2,5	1,9	1,7	2,2	3,8	5,0	48	kKh
Pérdidas hacia el exterior	1641	1396	1274	1080	768	343	75	384	830	1258	1564	1668	10688	kWh
Pérdidas hacia el terreno	156	156	154	138	120	89	66	50	45	59	99	131	1262	kWh
Total de pérdidas específicas	13,9	12,0	11,0	9,4	6,9	3,3	1,1	1,0	3,3	6,9	10,5	13,1	92,3	kWh/m²
Ganancias solares - norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - este	77	105	194	278	350	409	428	347	248	154	83	73	2746	kWh
Ganancias solares - sur	1099	1155	1551	1482	1426	1448	1637	1737	1738	1523	1155	1062	17014	kWh
Ganancias solares - oeste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - opaco	46	59	95	114	139	156	169	147	115	81	52	43	1218	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	337	305	337	326	337	326	337	326	337	326	337	326	3970	kWh
Total de ganancias específicas solares+internas	12,0	12,5	16,8	17,0	17,4	18,1	19,9	19,8	18,7	16,2	12,5	11,7	192,7	kWh/m²
Grado de aprovechamiento	90%	83%	63%	54%	39%	18%	5%	5%	18%	42%	76%	89%	43%	
Demanda de calefacción	393	209	51	21	3	0	0	0	0	4	122	346	1150	kWh
Demanda específica de calefacción	3,0	1,6	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,7	8,9	kWh/m²



“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Carga-C

Carga de calefacción

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Temperatura interior:	20	°C
Tipo de edificio:	EDIFICIO NO RESIDENCIAL	
Superficie de referencia energética A _{SRE} :	129,5	m²

Temperatura de cálculo	Radiación: Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal		
Situación meteorológica 1:	0,4	10	25	35	15	30	W/m²
Situación meteorológica 2:	2,2	5	5	10	5	10	W/m²
Temp. del terreno considerada:	11,1						

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor Siempre 1 (excepto "X")	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _{T 1} W	P _{T 2} W
Muro ext. - aire ext.	A	224,5	0,141	1,00	19,6	17,8	617	561
Muro ext. - terreno	B		0,086	1,00	8,9	8,9		
Techo / cubierta - Aire ext.	A	156,8	0,086	1,00	19,6	17,8	263	239
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	156,5	0,169	1,00	8,9	8,9	236	236
	A			1,00	19,6	17,8		
	X			0,75	19,6	17,8		
Ventanas	A	85,3	0,832	1,00	19,6	17,8	1388	1261
Puerta exterior	A			1,00	19,6	17,8		
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	E	66,7	0,035	1,00	19,6	17,8	46	41
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00	8,9	8,9		
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00	8,9	8,9		
Muro divisorio entre viviendas	I			1,00	3,0	3,0		

Carga de calor por transmisión P_T

Total = 2550 o bien 2338

Sistema de ventilación:	A _{SRE} m²	Altura libre de la habitación m	Caudal de aire efectivo V _V m³/h	eficiencia del ITA	eficiencia del ITA	η _{RC}	η _{RC}	η _{RC}
	129,5	4,85	628	83%	0%	0%	0%	0%
Eficiencia del recuperador de calor del intercambiador de calor	η _{RC}	83%	eficiencia del ITA	0%	eficiencia del ITA	0%	0%	0%
Carga de renovación de aire energéticamente efectiva n _{V,ext} 1/h	n _{V,ext} (carga de calefacción) 1/h	n _{V,int} 1/h	Φ _{RC}	Φ _{RC}	1/h	1/h	0,065	0,175
	0,065	0,175	0,83	0,83	0,094	0,094		

Carga de calor ventilación P_{Vent}

V _V m³/h	n _V 1/h	n _V 1/h	C _{aire} Wh/(m³K)	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _{P 1} W	P _{P 2} W
628,1	0,094	0,094	0,33	19,6	17,8	382	347

Total de cargas de calor P_P

P_T + P_{Vent} = 2933 o bien 2685

Orientación de la superficie	Superficie m²	Valor g (Radiación perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja "Ventanas")	Radiación 1 W/m²	Radiación 2 W/m²	P _{T 1} W	P _{T 2} W
Norte	0,0	0,0	0,40	10	5	0	0
Este	21,8	0,5	0,32	20	4	71	16
Sur	63,5	0,5	0,43	35	9	495	128
Oeste	0,0	0,0	0,40	15	5	0	0
Horizontal	0,0	0,0	0,40	30	10	0	0

Cargas térmicas solares P_S

Total = 566 o bien 144

Carga interna de calor P_I

Potencia específica W/m² * A_{SRE} m² = 3,0 * 130 = 389 o bien 389

Cargas térmicas (ganancias) P_G

P_{Acum} + P_I = 954 o bien 533

P _P - P _G	=	1979	o bien	2152
Carga de calefacción P _{Cal}	=	2152	W	

Carga de calefacción específica PH / A_{TFA}

= 16,6 W/m²

Introducción temp. máx. aire impulsión	52	°C	Temp. del aire de impulsión sin aporte de calor	16,7	°C
Temp. máx. aire impulsión q _{admis,máx}	52	°C	q _{admis,min}	17,0	°C

Para comparar: carga máx. de calor transportable a través del aire impulsión P_{Impuls,Max} = 1268 W específico: 9,8 W/m²

¿Calefactable a través del aire de impulsión? No

Ventilación-V

Ventilación en verano

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Volumen del edificio:	628	m ³	Tipo de edificio:	EDIFICIO NO RESIDENCIAL
Humedad absoluta máxima interior:	12	g/kg	Recuperación de calor η_{HRV} :	83%
Fuentes internas de humedad:	10	g/(P*h)	Recuperación de energía η_{ER} :	0%
			Intercambiador de calor tierra-aire η_{SHX} :	0%

Resultados refrigeración pasiva		Resultado refrigeración activa	
Frecuencia de sobrecalentamiento:	11,1%	Demanda de refrigeración útil:	8,1 kWh/(m ² a)
Humedad máxima:	9,7 g/kg	Demanda de deshumidificación:	0,0 kWh/(m ² a)
Frecuencia de humedad superada:	0,0%	Frecuencia de humedad superada:	0,0%

Ventilación básica en el verano para asegurar la calidad de aire suficiente

Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión	0,35	1/h	HRV/ERV en verano (marcar sólo un campo con 'x')
			Ninguna
			Bypass automático, controlado por diferencia de temperatura
			Bypass automático, controlado por diferencia entálpica
			Siempre
Renov. aire sist. extracción de aire:		1/h	Consumo energético esp. (para sist.extracción de aire)
			0,20 Wh/m ³
Renovación de aire mediante ventilación por vent.	0,00	1/h	

Renovación de aire efectiva

	$n_{V,sist}$ 1/h	η^*ITA	η_{HR}	$n_{V,eq,frac}$ 1/h
exterior $n_{V,e}$	0,350	0%	0,83	0,058
sin RC	0,350	0%		0,350
Terreno $n_{L,g}$	0,350	0%	0,83	0,000
sin RC	0,350	0%		0,000

Valor de referencia ventilación

	V_V m ³	$n_{V,eq,frac}$ 1/h	C_{aire} Wh/(m ³ K)	
exterior $H_{V,e}$	628	0,058	0,33	12,1 W/K
sin RC	628	0,350	0,33	72,5 W/K
Terreno $H_{V,g}$	628	0,000	0,33	0,0 W/K
sin RC	628	0,000	0,33	0,0 W/K
Infiltración, ventana, sist. extracción	628	0,026	0,33	5,4 W/K

Ventilación adicional en verano para refrigeración

Regulación de la ventilación adicional
Temperatura interior mínima permitida: 22,0 °C

Tipo de ventilación adicional

Ventilación nocturna manual (mediante ventanas)	Valor de ventilación nocturna	0,22	1/h
Mecánica, automática	Renovación de aire correspondiente durante el funcionamiento, además de cambio de aire básico	0,40	1/h
Ventilación controlada	Consumo energético específico	0,24	Wh/m ³
	Regulable según (marcar con una 'x')		
	Dif. temperatura	x	
	Dif. humedad		

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Verano

Verano: refrigeración pasiva

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Tipo de edificio:	EDIFICIO NO RESIDENCIAL	Superficie de referencia energética A _{SRE} :	129,5 m ²
Límite de sobrecalentamiento:	25 °C	Volumen del edificio:	623 m ³
Humedad nominal:	12 g/kg	Fuentes internas de humedad:	1,2 g/(m ² h)
Capacidad específica:	84 Wh/(m ² K)		

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m ²	Valor-U W/(m ² K)	Factor de reducción f _{r,Verano}	H _{ver} Conductancia térmica
Muro ext. - aire ext.	A	224,5	0,141	1,00	31,6
Muro ext. - terreno	B			1,00	
Techo / cubierta - Aire ext.	A	156,8	0,086	1,00	13,5
Solera / losa piso / forjado sanitaria	B	156,5	0,169	1,00	26,4
	A			1,00	
	A			1,00	
Ventanas	A	85,3	0,832	0,75	71,0
Puerta exterior	A			1,00	
Puentes térmicos exteriores (longitud)	A	66,7	0,035	1,00	2,3
Puentes térmicos perimetro (longitud)	P			1,00	
Puentes térmicos piso (longitud)	B			1,00	

Transmisión de calor por conducción hacia el exterior H _{T,e}	118,3 W/K
Transmisión de calor por conducción hacia el terreno H _{T,t}	26,4 W/K

Ventilación verano De hoja 'Ventilación-V'

Valor referencia aparato vent. exterior H _{v,a}	12,1 W/K	Parámetro de ventilación	Fluctuación diaria de la temperatura en verano	14,2 K	Regulación de la ventilación en verano	HRV/ERV
sin RC	72,6 W/K		Temperatura interior mínima permitida	22,0 °C	Ninguno	
Terreno H _{v,g}	0,0 W/K		Capacidad térmica del aire	0,33 Wh/(m ² K)	Regulable según temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>
sin RC	0,0 W/K		Renovación de aire de impulsión	0,35 1/h	Regulable según entalpia	<input checked="" type="checkbox"/>
Valor referencia vent. otros Exterior	5,4 W/K		Renovación de aire exterior	0,03 1/h	Siempre	
			Renovación de aire p/ ventilación nocturna ventanas, manual @ 1K	0,22 1/h	Ventilación adicional	<input checked="" type="checkbox"/>
			Renovación de aire p/ ventilación mecánica controlada	0,40 1/h	Regulable según temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>
			Consumo energético específico para:	0,24 Wh/m ³	Regulable según humedad	<input checked="" type="checkbox"/>
			η _{HR}	83%		
			η _{ERV}	0%		
			η _{ITA}	0%		

Orientación	Factor por de la superficie ángulo Verano	Factor de reducción sombras Verano	Factor de Suciedad	Superficie (Radiación perpendicular) m ²	Superficie m ²	Proporción	Apertura m ²
Norte	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
Este	0,9	0,76	0,95	0,51	21,8	72%	5,2
Sur	0,9	0,23	0,95	0,52	63,5	80%	5,2
Oeste	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
Horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
Total superficies opacas							1,1

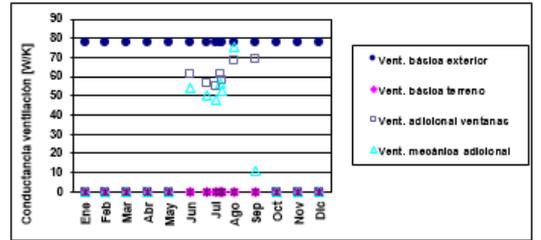
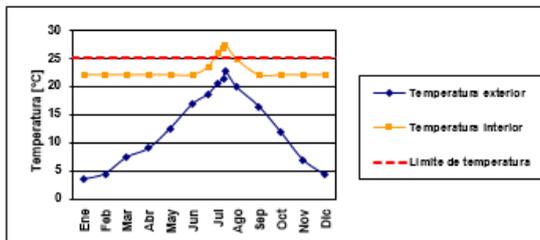
Apertura solar Total 11,6 m²/m² 0,09

Ganancias internas de calor (GICs) Q _i	3,5 W/m ²	Potencia específica q _i	3,5 W/m ²	A _{SRE} m ²	130 m ²	W	453 W	W/m ²	3,5 W/m ²
---	----------------------	------------------------------------	----------------------	---------------------------------	--------------------	---	-------	------------------	----------------------

Frecuencia de sobrecalentamiento h_{g ≥ 9max} 11,1% en base al límite establecido 9_{max} = 25 °C

Cuando la "frecuencia sobre 25°C" rebasa el 10%, son necesarias otras medidas de protección contra calor en el verano.

Elevación diaria de temperatura interior	Transmisión kWh/d	Ventilación kWh/d	Carga solar kWh/d	1/k	Capacidad específica Wh/(m ² K)	A _{SRE} m ²	9,6 K
	20,2	32,2	52,3	1000	84	130	



“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Refrigeración

Refrigeración: Demanda específica refrigeración útil

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

En esta hoja se muestran los totales para el periodo de refrigeración del método mensual

Tipo de edificio:	EDIFICIO NO RESIDENCIAL		Superficie de referencia energética A _{SRE} :	129,5	m²
Temperatura interior verano:	25	°C	Volumen del edificio:	628	m³
Humedad nominal:	12	g/kg	Fuentes internas de humedad:	1,2	g/(m³h)
Capacidad específica:	84	Wh/(m³K)			

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor de reducción mensual	G _t kWh/a	kWh/a	Por m² de SRE kWh/(m²a)
Muro ext. - aire ext.	A	224,5	0,141	1,00	127	3994	30,84
Muro ext. - terreno	B			1,00			
Techo / cubierta - Aire ext.	A	156,8	0,086	1,00	127	1703	13,15
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	156,5	0,169	1,00	92	2418	18,67
	A			1,00			
	X			0,75			
Ventanas	A	85,3	0,832	1,00	127	8982	69,36
Puerta exterior	A			1,00			
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	66,7	0,035	1,00	127	295	2,28
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00			0,00
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00			0,00
						Total	134,3

Pérdidas de calor por transmisión Q_T (negativo= cargas de calor)

Ventilación verano De hoja 'Ventilación-V'

Valores conductancia ap. de ventilación

exterior H _{v,e}	12,1	W/K
sin RC	72,5	W/K
Terreno HV,g	0,0	W/K
sin RC	0,0	W/K

Valor de referencia de la ventilación, otros

Exterior	5,4	W/K
----------	-----	-----

Parámetros de la ventilación

Fluctuación diaria de la temperatura en verano	14,2	K
Temperatura interior mínima permitida	22,0	°C
Capacidad térmica aire	0,33	Wh/(m³K)
Renovación de aire de impulsión	0,35	1/h
Intercambios de aire exterior	0,03	1/h
Renov. aire p/ ventilación noct. ventanas, manual @ 1K	0,22	1/h
Renovación aire ventilación mecánica controlada	0,40	1/h
Consumo energético específico para:	0,24	Wh/m³
η _{HR}	83%	
η _{ERV}	0%	
η*ITA	0%	

Regulación de la ventilación en verano

	RC/RH
Ninguno	
Regulable según temp.	x
Regulable según entalpía	
Siempre	
	Ventilación adicional
Regulable según temp.	x
Regulable según humedad	

Renovación higiénica del aire

Renovación de aire efectiva exterior n _{v,ventilación,ef,ext}	0,350
Renovación de aire efectiva terreno n _{v,ventilación,terreno}	0,350

n _{v,sist} 1/h	η*ITA	η _{HR}	n _{v,Rest} 1/h	n _{v,equl,frac} 1/h
0,350	0%	0,00	0,026	0,376
0,350	0%	0,00		0,000

Pérdidas ventilación, ext. Q_{vent,e}

Pérdidas ventilación, terreno Q_{vent,ter}

Pérdidas ventilación adicional verano

V _v m³	n _{v,equl,frac} 1/h	c _{aire} Wh/(m³K)	G _t kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
628	0,376	0,33	122	9496	73,3
628	0,000	0,33	0	0	0,0
628	0,733	0,33	149	22596	174,5

Pérdidas de calor ventilación Q_{vent}

Total 32092 kWh/a, 247,8 kWh/(m²a)

Pérdidas totales de calor Q_P

Q _T kWh/a	Q _V kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
17392	32092	49484	382,1

Orientación de la superficie	Factor de reducción	Valor g (Radiación perpendicular)	Superficie m²	Radiación global kWh/(m²a)	kWh/a	
Norte	0,40	0,00	0,0	365	0	
Este	0,47	0,51	21,8	758	3971	
Sur	0,18	0,52	63,5	1217	7243	
Oeste	0,40	0,00	0,0	949	0	
Horizontal	0,40	0,00	0,0	1574	0	
Total superficies opacas					1218	
					Total	96,0

Ganancias de calor por radiación solar Q_S

Duración del periodo de refrigeración kh/d	Potencia específica q _i d/a	A _{SRE} m²	kWh/a	kWh/(m²a)
0,024	365	129,5	3970	30,7

Ganancias internas de calor Q_I

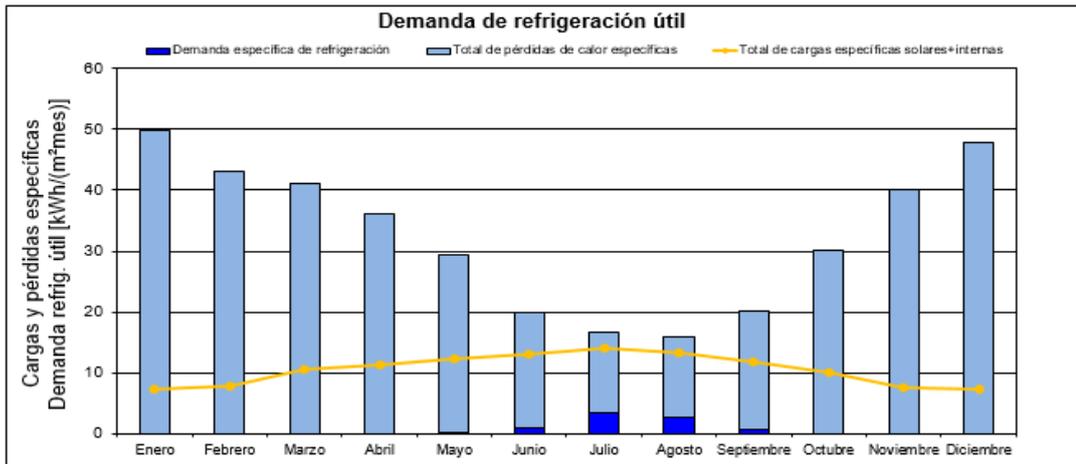
Total de cargas de calor Q_{disp}

Q _S + Q _I	kWh/a	kWh/(m²a)
	16403	126,7

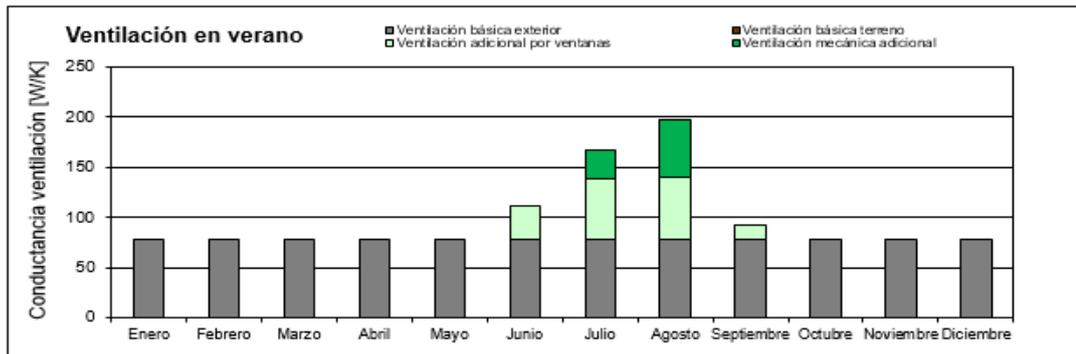
“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Relación entre pérdidas y calor disponible	$Q_p / Q_{Disp} =$	3,02	
Aprovechamiento efectivo de las pérdidas de calor η_{aprov}	$=$	31%	kWh/a
Pérdidas de calor aprovechables $Q_{P,aprov}$	$\eta_G \cdot Q_P =$	15358	118,6 kWh/(m ² a)
Demanda de refrigeración Q_{REF}	$Q_G - Q_{P,aprov} =$	1045	8 kWh/(m ² a)
Valor máx. recomendado	(kWh/(m ² a))	15	(S/No)
	¿Requerimiento cumplido?	Si	

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	16,4	14,1	13,6	12,0	9,7	6,3	4,3	4,3	6,6	10,1	13,3	15,8	127	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	9,6	9,3	9,6	8,8	8,3	7,0	6,2	5,6	5,3	5,9	7,4	8,7	92	kKh
Pérdidas hacia el exterior	3190	2751	2630	2316	1867	1201	813	812	1261	1964	2590	3074	24470	kWh
Pérdidas hacia el terreno	254	244	252	233	218	184	164	148	140	157	194	229	2418	kWh
Pérdidas ventilación en verano	3008	2580	2425	2122	1685	1074	755	750	1124	1782	2404	2887	22596	kWh
Total de pérdidas de calor específicas	49,8	43,1	41,0	36,1	29,1	19,0	13,4	13,2	19,5	30,1	40,1	47,8	382,1	kWh/m ²
Cargas solares norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares este	112	152	281	402	506	591	619	502	358	222	119	106	3971	kWh
Cargas solares sur	468	492	660	631	607	617	697	740	740	648	492	452	7243	kWh
Cargas solares oeste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares horizontales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares elementos opacos	46	59	95	114	139	156	169	147	115	81	52	43	1218	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	337	305	337	326	337	326	337	337	326	337	326	337	3970	kWh
Total de cargas específicas solares+internas	7,4	7,8	10,6	11,4	12,3	13,1	14,1	13,3	11,9	9,9	7,6	7,2	126,7	kWh/m ²
Grado de aprovechamiento de pérdidas de calor	15%	18%	26%	31%	41%	63%	80%	81%	58%	33%	19%	15%	31%	
Demanda total de refrigeración	0	1	4	9	26	131	437	343	84	9	1	0	1045	kWh
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,0	3,4	2,6	0,7	0,1	0,0	0,0	8,1	kWh/m ²
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	kWh/m ²
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Temp. ext.	3,44	4,44	7,34	8,94	12,54	16,84	19,84	19,84	16,44	11,84	6,94	4,24	11,09
Radiación norte	13,0	18,0	27,0	35,0	47,0	55,0	52,0	39,0	29,0	22,0	15,0	13,0	365,0
Radiación este	34,0	42,0	73,0	96,0	115,0	131,0	141,0	121,0	92,0	61,0	36,0	32,0	974,0
Radiación sur	86,0	89,0	116,0	103,0	95,0	92,0	106,0	120,0	127,0	116,0	91,0	83,0	1224,0
Radiación oeste	34,0	42,0	76,0	87,0	112,0	119,0	133,0	121,0	93,0	62,0	40,0	30,0	949,0
Radiación horizontal	49,0	68,0	117,0	150,0	190,0	218,0	238,0	200,0	147,0	95,0	57,0	45,0	1574,0
Punto de rocío	1,1	0,7	2,0	4,0	7,3	10,3	10,3	10,5	9,2	7,5	3,7	1,1	5,7
Temp. del cielo	-7,30	-6,60	-5,70	-3,20	0,50	4,40	4,90	5,10	3,00	1,20	-3,10	-6,60	-1,09
Temperatura terreno	12,04	11,21	12,16	12,75	13,91	15,33	16,63	17,46	17,61	17,02	14,77	13,35	14,54



Aparatos-R

Aparatos de refrigeración

Casa Pas

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Tipo de edificio:	EDIFICIO NO RESIDENCIAL	Sup. referencia energética A _{SRE} :	129,5	m ²
Temperatura interior verano:	25,0	°C	Refrigeración mecánica:	X
Humedad nominal:	12,0	g/kg	Intercambio de aire por el sistema de ventilación con aire de impulsión:	0,4
Fuentes internas de humedad:	1,2	g/(m ² h)		

Refrigeración a través del aire de impulsión

Marcar, si procede

Funcionamiento de ciclo operativo (marcar con 'x')	<input type="checkbox"/>	
Capacidad de refrigeración máx. (sensible + latente)		kW
Reducción de temperatura bulbo seco	0,0	K
Relación de eficiencia energética estacionaria		

Refrigeración del aire en circulación

Marcar, si procede

Funcionamiento de ciclo operativo (marcar con 'x')	<input checked="" type="checkbox"/>	
Capacidad de refrigeración máx. (sensible + latente)	4,1	kW
Volumen de aire en potencia nominal	497,0	m ³ /h
Reducción de temperatura bulbo seco	24,3	K
Volumen de aire variable (marque con 'x' si aplica)	<input type="checkbox"/>	
Relación de eficiencia energética estacionaria	6,8	

Deshumidificación adicional

Marcar, si procede

Calor de escape hacia habitación (marcar con 'x')	<input type="checkbox"/>
Relación de eficiencia energética estacionaria (SEER)	

Refrigeración mediante superficies

Marcar, si procede

Relación de eficiencia energética estacionaria (SEER)	
---	--

	Sensible kWh/(m ² a)	Latente kWh/(m ² a)	COP	Demanda electricidad kWh/(m ² a)	Proporción sensible
Total refrigeración útil	8,1	0,0			100%
Contribución a la refrigeración por:					
Refrigeración a través del aire de impulsión	() + ()) /	0,0	=	()
Refrigeración del aire en circulación	(8,1 + ()) /	6,8	=	1,3
Deshumidificación	()	/		=	()
Potencia restante refrigeración mediante superficies	()	/	0,0	=	()
Distribución red de refrigeración	()	/	6,8	=	()
Total	(8,1 + ()) /	6,8	=	1,3
					(S/No)
Demanda no cubierta	0,0	0,0		¿Demanda de refrigeración cubierta?	Sí

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Carga-R

Carga-R

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Tipo de edificio: EDIFICIO NO RESIDENCIAL

Superficie de referencia energética A_{SRE}: 129,5 m²
 Volumen del edificio: 628 m³
 Temperatura interior: 25 °C

Capacidad esp.: 84 Wh/(m²h)
 Humedad nominal: 12,0 g/kg
 Fuentes internas de humedad: 1,2 g/kg

Temperatura:	Aire exterior	Punto rocío	Cielo
Clima 1:	22,7 °C	13,3 °C	9,6 °C
Clima 2:	19,7 °C	13,0 °C	13,0 °C
Temp. del terreno considerada	17,6 °C		12,1 °C

Radiación:	Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal
	70	205	195	205	345
	50	180	230	180	290

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m ²	Valor-U W/(m ² K)	Factor Siempre 1 (excepto 'X')	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
Muro ext. - aire ext.	A	224,5	0,141	1,00	-2,3	-5,3	-71	-166
Muro ext. - terreno	B			1,00	-7,4	-7,4		
Techo / cubierta - Aire ext.	A	156,8	0,086	1,00	-2,3	-5,3	-30	-71
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	156,5	0,169	1,00	-7,4	-7,4	-195	-195
	A			1,00	-2,3	-5,3		
	A			1,00	-2,3	-5,3		
Ventanas	A	85,3	0,832	1,00	-2,3	-5,3	-161	-374
Puerta exterior	A			1,00	-2,3	-5,3		
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	66,7	0,035	1,00	-2,3	-5,3	-5	-12
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00	-7,4	-7,4		
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00	-7,4	-7,4		
Muro divisorio entre viviendas	I			1,00	3,0	3,0		
Corrección de radiación aire exterior					-5,4	-5,3	12	28
Corrección de radiación cielo					-15,4	-12,0	-82	-64
Total							-533	-853

Carga de calor por transmisión P_T

Carga de ventilación	V _v m ³	h _v equiv. frac 1/h	h _v equiv. frac 1/h	Care Wh/(m ² K)	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _P 1 W	P _P 2 W
Exterior P _{v,e}	628	0,376	0,376	0,33	-2,3	-5,3	-176	-410
Terreno P _{v,e}	628	0,000	0,000	0,33	-12,9	-12,9	0	0
Ventilación verano P _{v,s}	628	0,474	0,577	0,33	-6,3	-8,6	-622	-1023
Total							-799	-1434

Carga de calor ventilación P_{Vent}

Orientación de la superficie	Superficie m ²	Valor g (Rad. perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja 'Ventanas')	Radiación 1 W/m ²	Radiación 2 W/m ²	P _T 1 W	P _T 2 W	
Norte	0,0	0,0	0,40	70	50	0	0	
Este	21,8	0,5	0,47	165	134	863	702	
Sur	63,5	0,5	0,16	203	228	1063	1194	
Oeste	0,0	0,0	0,40	205	180	0	0	
Horizontal	0,0	0,0	0,40	345	290	0	0	
Total superficies opacas						252	221	
Total							2178	2117

Carga solar P_S

Carga interna de calor P _I	Potencia específica W/m ²	A _{SRE} m ²	P _I 1 W	P _I 2 W
	3,5	130	453	453

P_T + P_{Vent} + P_{Acum} + P_I = 1299 o bien 284

Carga de refrigeración P_{ref}

Carga de refrigeración por área específica P_C / A_{SRE}

Introduzca la temperatura mínima del aire de impulsión	22,7 °C	Temperatura aire de impulsión sin refrigeración	19,7 °C
Para comparar: carga de refrigeración, transportable a través del aire de impulsión	1649 W/m ²		1432 W/m ²
Específica:	12,7		11,1

¿Aire acondicionado (refrigeración) posible a través del aire de impulsión? (sí/no)

Evacuación diaria de temperatura interior

((-532,9) + (-798,8) + 2177,8) * 24 / (84 * 130) = 1,9 K

Carga de humedad

Humedad abs. aire extracción	9,5	9,3	g/kg	Humedad abs. aire impulsión	9,5	9,3	g/kg
Flujo de aire exterior	19	19	kg/h	Flujo de impulsión	259	259	kg/h
Flujo aire ventilación verano	393	484	kg/h	Carga de hum. aire impulsión	-643	-692	g/h
Carga de hum. aire admis.	-1021	-1341	g/h	Carga interna humedad	160	160	g/h

Carga de humedad	Entalpia de vaporización Wh/kg	g/kg	Carga de humedad g/h	Carga de humedad g/h	P _D 1 W	P _D 2 W
	707,639	1000	-1504	-1873	0	0

Carga de humedad P_T

Carga de deshumidificación por área específica P_T / A_{SRE}

Valores promedio mensuales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,0	3,4	2,6	0,7	0,1	0,0	0,0
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Cuota mínima de carga de refrigeración producida

100%

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Electricidad

Demanda de electricidad para edificios residenciales (actualmente esta hoja está inactiva. El cálculo se realiza en la hoja "Electricidad") Según Reglamento DBSE-Volumen 3.3
SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Columna Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13
Uso	¿Exister? (1/0)	¿Dentro de la envolvente térmica?	Demanda estándar	Grado de aprovechamiento	Frecuencia de uso anual	Valor de referencia	Energía útil (kWh/a)	Cuota eléctrica	Cuota no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda aumentada/reducida	Valor límite de eficiencia	Cuota de aportación solar	Demanda no eléctrica (kWh/a)
Nr. de viviendas	1													
Personas	16,0													
Superficie habitable (m ²)	130													
Demanda calefacción (kWh/(m ² a))	8,9													
Factores PER and EP (KWh/kWh) Electricidad: 1,25 2,6 Fuente de energía no eléctrica para cocinar, secar: 1,25 2,6 Fuente de energía para calefacción: 1,10 2,6 Fuente de energía para ACS: 1,20 2,6														
Contribución solar de ACS para lavar ropa y platos: Índice de rendimiento máximo ACS: 100% Índice de rendimiento máximo calefacción: 90%														
Lavavajillas	0	1	1,10	1,00	65	/(P ³ a)	16,0 p	0	100%	0	0			
↳ Conexión agua fría														
Lavar ropa	0	1	1,10	1,00	57	/(P ³ a)	16,0 p	0	100%	0	0			
↳ Conexión agua fría														
Secado de ropa:	1	1	3,50	0,88	57	/(P ³ a)	16,0 p	0	0%	0	0			
↳ Tendedero														
↳ Humedad residual				0,60										
Consumo energético por evaporación	1	1	3,13	0,60	57	/(P ³ a)	16,0 p	1713	100%	0	0			
Refrigerador	1	1	0,78	1,00	365	d/a	1 Vivier	285	100%	285	0			
Congelador	1	1	0,88	1,00	365	d/a	1 Vivier	321	100%	321	0			
↳ combinaciones	0	1	1,00	1,00	365	d/a	1 Vivier	0	100%	0	0			
Cocinar con	1	1	0,25	1,00	500	/(P ³ a)	16,0 p	2000	100%	2000	0			
↳ Electricidad														
↳ Eficiencia media de alumbración				50										
Iluminación	1	1	14	1,00	2,90	kh/(P ³ a)	16,0 p	668	100%	668	0			
Electrónica	1	1	80	1,00	0,85	kh/(P ³ a)	16,0 p	704	100%	704	0			
Aparatos pequeños, etc	1	1	50	1,00	1,00	/(P ³ a)	16,0 p	800	100%	800	0			
Total elect. aux.								400	100%	400	0			
Otros:								0		0	0			
								0		0	0			
								0		0	0			
Total								6891 kWh		5179 kWh	0 kWh			207 kWh
Valor caract.										40,0 kWh/(m ² a)	0,0 kWh/(m ² a)			1,6 kWh/(m ² a)
Valor máx. recomendado														18

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Uso-NR

Perfiles de uso - Edificios no residenciales (NR)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Latitud geográfica [°] 42

Perfil de uso	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	27
	Hora de comienzo de uso [h]	Hora de fin de uso [h]	Número de horas de uso por día (horas/día)	Número de días de uso por año (día)	Horas de uso por año (h/a)	Horas de uso por año durante el día (h/a)	Horas de uso por año durante la noche (h/a)	Horas de operación diarias de la calefacción	Horas de operación diarias de la ventilación	Iluminación	Intensidad de iluminación (lux)	Altura del nivel de utilización (0.8 o 0.0m)	Altura del nivel de utilización (0.8 o 0.0m)	Ausencia relativa	Factor de uso parcial: periodo tiempo de funcionamiento iluminación	Promedio de la ocupación (m ² /persona)			
1 Vestibulo	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		400	0,8	0,8	0,50	1,0	5,0			
2 Acceso de entrada	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,0	0,0	0,75	1,0	2,5			
3 Sala de formacion	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		500	0,8	0,8	0,25	0,9	10,0			
4 Office	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,50	0,9	2,5			
5 WC Minusválidos	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,50	1,0	2,5			
6 Modulo a servicios	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,90	1,0	2,5			
7 WC	9	18	9	250	2250	2134	116	11	11		200	0,8	0,8	0,75	1,0	1,8			

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Electricidad-NR

Demanda de electricidad para edificios no residenciales

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Superficie de referencia energética A_{SRE}: 129,5 m²

Valor característico de electricidad auxiliar: 400,4 kWh/a

Propiedades de ventana (de la hoja "Ventanas"):

	Sombras	Factor de suciedad	Factor de ángulo de incidencia no perpendicular	Proporción de vidrio
Norte	1,00	0,95	0,85	0,00
Este	0,56			0,72
Sur	0,66			0,80
Oeste	1,00			0,00

	Factores PER:	Factores EP:
Electricidad:	1,25	2,6 kWh/kWh
Gas natural:	1,75	1,1 kWh/kWh
Fuente de energía para ACS:		1,1 kWh/kWh
Proporción solar en ACS:	0%	
Valor de eficiencia de ACS:		

Equipo de oficina	Categoría de habitación	¿Dentro de la envolvente térmica? (1/0)	¿Existe? (1/0)	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso anuales	Ausencia relativa	Tiempo de uso en régimen de ahorro de energía [h/a]	Energía útil (kWh/a)
PC 1	2	1	0	1	80	9	20	18	0
PC en régimen ahorro energético				0	2,0	0			0
Monitor 1		1	0	1	28	0			0
Monitor en régimen ahorro energético				0	2,0	0			0
PC 2		1	0	1	80	9	20	18	0
PC en régimen ahorro energético				0	2,0	0			0
Monitor 2		1	0	1	28	0			0
Monitor en régimen ahorro energético				0	2,0	0			0
Fotocopiadora		1	0	1	400	0			0
Fotocopiadora en régimen ahorro energético				0	30	0			0
Impresora		1	0	1	300	0			0
Impresora en régimen ahorro energético				0	2	0			0
Servidor informático		1	0	1	100	0			0
Servidor en régimen ahorro energético				0	2,0	8760		0	0
Instalación de telefonía		1	1	1	94	8760			823
Motores de ventanas		1	1	1	94	80			8
Motores de toldos exteriores		1	1	1	94	120			11
Conexión doméstica		1	1	1	94	8760			823

Cocina / Electricidad auxiliar	Categoría de habitación (Uso preferentemente estufa)	¿Dentro de la envolvente térmica? (1/0)	¿Existe? (1/0)	Horas de uso anuales	N.º de conexiones por día (días)	Consumo estándar	Energía útil (kWh/a)	Proporción no eléctrica	Cuota eléctrica	Demanda no eléctrica (kWh/a)	Eficiencia final	Cuota de absorción solar	Demanda no eléctrica (kWh/a)	Demanda de electricidad (kWh/a)
Cocinas	1	0	0	0	0	0,25	0	0%	0%	0			0	0,0
Hornos														0,0
Lavavajillas	1	0	0	0	0	0,10	0	55%	55%	0			0	0,0
Kaloriferos eléctricos								0%	0%	0			0	0,0
Refrigerador	1	0	0	365			0	100%	100%	0			0	0,0
Total electricidad auxiliar							400							400,4
Total							3563							3563
Valor característico							400							28

Electricidad-Aux

Electricidad-Aux

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Columna Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Uso	¿Existente? [1/0]	Dentro de la envolvente térmica [1/0]	Demanda estándar	Grado de aprovechamiento	Tiempo de uso	Valor de referencia	Demanda de electricidad [kWh/a]	Disponibilidad como GIC	Usado en el periodo de tiempo [kWh]	Cargas internas de calor invierno [W]	Cargas internas de calor verano [W]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td>SRE (sup. ref. energética)</td> <td>130</td> <td>m²</td> <td></td> <td colspan="2">Eficiencia recuperación calor aparato vent.</td> <td>0,83</td> <td></td> <td colspan="2">Demanda de calefacción</td> <td>9</td> <td>kWh/(m²a)</td> </tr> <tr> <td>Periodo de calefacción</td> <td>203</td> <td>d</td> <td></td> <td colspan="2">Tiempo uso sistema ventilación invierno</td> <td>4,88</td> <td>kh/a</td> <td colspan="2">Potencia nominal de calor de la caldera</td> <td>15</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Caudal de aire</td> <td>628</td> <td>m³</td> <td></td> <td colspan="2">Tiempo uso sistema ventilación verano</td> <td>3,88</td> <td>kh/a</td> <td colspan="2">Demanda de calor de la instalación de ACS</td> <td>944</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Viviendas</td> <td>1</td> <td>viviendas</td> <td></td> <td colspan="2">Tasa de renovación de aire</td> <td>0,18</td> <td>h⁻¹</td> <td colspan="2">Temperatura de ida de diseño</td> <td>55</td> <td>°C</td> </tr> </table>												SRE (sup. ref. energética)	130	m ²		Eficiencia recuperación calor aparato vent.		0,83		Demanda de calefacción		9	kWh/(m ² a)	Periodo de calefacción	203	d		Tiempo uso sistema ventilación invierno		4,88	kh/a	Potencia nominal de calor de la caldera		15	kW	Caudal de aire	628	m ³		Tiempo uso sistema ventilación verano		3,88	kh/a	Demanda de calor de la instalación de ACS		944	kWh/a	Viviendas	1	viviendas		Tasa de renovación de aire		0,18	h ⁻¹	Temperatura de ida de diseño		55	°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SRE (sup. ref. energética)	130	m ²		Eficiencia recuperación calor aparato vent.		0,83		Demanda de calefacción		9	kWh/(m ² a)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Periodo de calefacción	203	d		Tiempo uso sistema ventilación invierno		4,88	kh/a	Potencia nominal de calor de la caldera		15	kW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Caudal de aire	628	m ³		Tiempo uso sistema ventilación verano		3,88	kh/a	Demanda de calor de la instalación de ACS		944	kWh/a																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Viviendas	1	viviendas		Tasa de renovación de aire		0,18	h ⁻¹	Temperatura de ida de diseño		55	°C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td colspan="12">Sistema de ventilación</td> </tr> <tr> <td>Ventilación en invierno</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,24</td> <td>Wh/m³</td> <td>* 0,18</td> <td>h⁻¹</td> <td>* 4,9</td> <td>kh/a</td> <td>* 628</td> <td>m³</td> <td>= 129</td> <td>Incluido en la eficiencia de la recuperación de calor</td> </tr> <tr> <td>Descongelación RC</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>= 16</td> <td>* 0,2 / 4,88 = 1</td> </tr> <tr> <td>Ventilación en verano</td> <td>1</td> <td>0,55</td> <td>0,24</td> <td>Wh/m³</td> <td>* 0,35</td> <td>h⁻¹</td> <td>* 3,9</td> <td>kh/a</td> <td>* 628</td> <td>m³</td> <td>= 205</td> <td>* 1,0 / 3,88 = 7,3</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Fuentes internas de calor Ventilación adicional en verano: 7,3</td> </tr> <tr> <td>Ventilación ad. verano</td> <td>1</td> <td>0,55</td> <td>0,24</td> <td>Wh/m³</td> <td>* 0,09</td> <td>h⁻¹</td> <td>* 3,9</td> <td>kh/a</td> <td>* 628</td> <td>m³</td> <td>= 51</td> <td>* 1,0 / 3,88 = 7,3</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Instalación de calefacción Regulable/no regulable [1/0]</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba</td> </tr> <tr> <td>Bomba de circulación calef.</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>90</td> <td>W</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 4,88 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Potencia eléctrica de la calientador en caso de 30% de carga</td> </tr> <tr> <td>Energía auxiliar calentador calefacción</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>W</td> <td>* 1,00</td> <td>* 0,00</td> <td>kh/a</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 4,88 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Energía aux. - calentador de leña o pellets</td> </tr> <tr> <td>Energía aux. - calentador de leña o pellets</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 4,88 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Instalación de ACS</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Introducción de datos de la potencia media de la bomba</td> </tr> <tr> <td>Bomba de circulación ACS</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>60</td> <td>W</td> <td>* 1,00</td> <td>* 4,6</td> <td>kh/a</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 8,76 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba</td> </tr> <tr> <td>Bomba de carga de acumulador/tanque ACS</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>W</td> <td>* 1,00</td> <td>* 0,0</td> <td>kh/a</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 8,76 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Potencia eléctrica de la calientador con 100% de carga</td> </tr> <tr> <td>Energía auxiliar calentador ACS</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>165</td> <td>W</td> <td>* 1,00</td> <td>* 0,0</td> <td>kh/a</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 8,76 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Introducción de datos de la potencia nominal, bomba del sistema de energía solar</td> </tr> <tr> <td>Electricidad auxiliar solar</td> <td>0</td> <td></td> <td>38</td> <td>W</td> <td>* 1,00</td> <td>* 1,8</td> <td>kh/a</td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 8,76 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Electricidad auxiliar refrigeración y deshumidificación</td> </tr> <tr> <td>Elect. aux. refrigeración</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kWh/a</td> <td>* 1,00</td> <td>* 1,0</td> <td></td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 3,88 = 0</td> </tr> <tr> <td>Elect. aux. Deshumidificación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kWh/a</td> <td>* 1,00</td> <td>* 1,0</td> <td></td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 3,88 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Electricidad auxiliar otros</td> </tr> <tr> <td>Electricidad auxiliar otros</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kWh/a</td> <td>* 1,00</td> <td>* 1,0</td> <td></td> <td>* 1</td> <td></td> <td></td> <td>= 0</td> <td>* 1,0 / 8,76 = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Total</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Demanda espec. kWh/(m²a) (sup. referen. energét.)</td> <td>3,1</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>												Sistema de ventilación												Ventilación en invierno	1		0,24	Wh/m ³	* 0,18	h ⁻¹	* 4,9	kh/a	* 628	m ³	= 129	Incluido en la eficiencia de la recuperación de calor	Descongelación RC	1	1									= 16	* 0,2 / 4,88 = 1	Ventilación en verano	1	0,55	0,24	Wh/m ³	* 0,35	h ⁻¹	* 3,9	kh/a	* 628	m ³	= 205	* 1,0 / 3,88 = 7,3	Fuentes internas de calor Ventilación adicional en verano: 7,3												Ventilación ad. verano	1	0,55	0,24	Wh/m ³	* 0,09	h ⁻¹	* 3,9	kh/a	* 628	m ³	= 51	* 1,0 / 3,88 = 7,3	Instalación de calefacción Regulable/no regulable [1/0]												Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba												Bomba de circulación calef.	0	0	90	W	* 1						= 0	* 1,0 / 4,88 = 0	Potencia eléctrica de la calientador en caso de 30% de carga												Energía auxiliar calentador calefacción	0	0	30	W	* 1,00	* 0,00	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 4,88 = 0	Energía aux. - calentador de leña o pellets												Energía aux. - calentador de leña o pellets	0	0									= 0	* 1,0 / 4,88 = 0	Instalación de ACS												Introducción de datos de la potencia media de la bomba												Bomba de circulación ACS	0	0	60	W	* 1,00	* 4,6	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0	Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba												Bomba de carga de acumulador/tanque ACS	0	1	20	W	* 1,00	* 0,0	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0	Potencia eléctrica de la calientador con 100% de carga												Energía auxiliar calentador ACS	0	0	165	W	* 1,00	* 0,0	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0	Introducción de datos de la potencia nominal, bomba del sistema de energía solar												Electricidad auxiliar solar	0		38	W	* 1,00	* 1,8	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0	Electricidad auxiliar refrigeración y deshumidificación												Elect. aux. refrigeración				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 3,88 = 0	Elect. aux. Deshumidificación				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 3,88 = 0	Electricidad auxiliar otros												Electricidad auxiliar otros				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0	Total							400			1	36	Demanda espec. kWh/(m ² a) (sup. referen. energét.)							3,1					
Sistema de ventilación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ventilación en invierno	1		0,24	Wh/m ³	* 0,18	h ⁻¹	* 4,9	kh/a	* 628	m ³	= 129	Incluido en la eficiencia de la recuperación de calor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Descongelación RC	1	1									= 16	* 0,2 / 4,88 = 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Ventilación en verano	1	0,55	0,24	Wh/m ³	* 0,35	h ⁻¹	* 3,9	kh/a	* 628	m ³	= 205	* 1,0 / 3,88 = 7,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Fuentes internas de calor Ventilación adicional en verano: 7,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ventilación ad. verano	1	0,55	0,24	Wh/m ³	* 0,09	h ⁻¹	* 3,9	kh/a	* 628	m ³	= 51	* 1,0 / 3,88 = 7,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Instalación de calefacción Regulable/no regulable [1/0]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Bomba de circulación calef.	0	0	90	W	* 1						= 0	* 1,0 / 4,88 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Potencia eléctrica de la calientador en caso de 30% de carga																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Energía auxiliar calentador calefacción	0	0	30	W	* 1,00	* 0,00	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 4,88 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Energía aux. - calentador de leña o pellets																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Energía aux. - calentador de leña o pellets	0	0									= 0	* 1,0 / 4,88 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Instalación de ACS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Introducción de datos de la potencia media de la bomba																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Bomba de circulación ACS	0	0	60	W	* 1,00	* 4,6	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Introducción de datos de la potencia nominal de la bomba																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Bomba de carga de acumulador/tanque ACS	0	1	20	W	* 1,00	* 0,0	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Potencia eléctrica de la calientador con 100% de carga																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Energía auxiliar calentador ACS	0	0	165	W	* 1,00	* 0,0	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Introducción de datos de la potencia nominal, bomba del sistema de energía solar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Electricidad auxiliar solar	0		38	W	* 1,00	* 1,8	kh/a	* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Electricidad auxiliar refrigeración y deshumidificación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Elect. aux. refrigeración				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 3,88 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Elect. aux. Deshumidificación				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 3,88 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Electricidad auxiliar otros																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Electricidad auxiliar otros				kWh/a	* 1,00	* 1,0		* 1			= 0	* 1,0 / 8,76 = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total							400			1	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Demanda espec. kWh/(m ² a) (sup. referen. energét.)							3,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”



GANANCIAS INTERNAS DE CALOR PARA EDIFICIOS NO RESIDENCIALES (actualmente esta hoja está inactiva)

Casa Passiv con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calificación: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Utilización: 2-Estándar
Tipo de valores utilizados:

GIC 3.50 W/m²

No es necesaria la introducción de datos: 4.44 W/m²

Personas		Personas: 16,0 P	Superficie referencia energética (SRE): 129,5 m²	Periodo de calefacción: 203 día	Temperatura Ambiente: 20 °C	Calor emitido por persona (W)	Horas de uso anuales (h/a)	Presencia relativa	Usado en el periodo (h/a)	Promedio de calor emitido por las personas (W)
Personas A	1. Noche	3 > 10 años, de pie o actividad baja	1 Planificación con número de ocupación	3	100	27	9	18	8760	39
Personas B	2. Acceso de entrada	3 > 10 años, de pie o actividad baja	1 Planificación con número de ocupación	1	100	0,2	0,50	5	8760	3
Personas C	3. Sala de formación	3 > 10 años, de pie o actividad baja	1 Planificación con número de ocupación	8	100	0,4	0,25	84	8760	154
Personas D	4. Oficina	2 > 10 años, sentado	1 Planificación con número de ocupación	1	80	0,1	0,75	5	8760	5
Personas E	5. WC Minusválidos	2 > 10 años, sentado	1 Planificación con número de ocupación	1	80	0,4	0,50	4	8760	5
Personas F	6. Módulo a servicios	3 > 10 años, de pie o actividad baja	1 Planificación con número de ocupación	1	100	0,4	0,50	2	8760	1
Personas G	7. WC	2 > 10 años, sentado	1 Planificación con número de ocupación	1	80	0,4	0,25	1	8760	3
Evaporación (especifica por persona)				16	0,555555556		0,50		8760	0
Iluminación / Aparatos / Electricidad Auxiliar										
Iluminación					1497			1	8,76	171
Aplicaciones de oficinas (dentro de la envolvente térmica)					1866			1	8,76	190
Cocinar (dentro envolvente térmica)					0		0,5		8,76	0
Lavavajillas (dentro envolvente térmica)					0		0,3		8,76	0
Refrigerar (dentro envolvente térmica)					0		1		8,76	0
Otros (dentro de la envolvente térmica)					0		1		8,76	0
Aparatos aux. (ver h. "Electricidad-Aux")					0		1		8,76	0
Pérdidas de calor a través del agua fría (cálculo en columna A1)										
Agua fría del depósito del inodoro	1	2		2	-7,9			0	365	0
Total										572
Valor característico										4,4
Oferta calor procedente de GIC										22

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

PER

Energía Primaria Renovable PER

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Selección del sistema de generación de calor		Margen de contribución (energía útil)		Datos adicionales en las hojas:		Tipo de edificio: EDIFICIO NO RESIDENCIAL	
Generación de calor primario		Calefacción	ACS	Demanda calef. incl. BC, posiblemente BC-Terreno		Superficie de referencia energética A _{ref} :	130 m ²
2-Bomba de calor		100%	0%			Huella proyectada del edificio A _{heated} :	157 m ²
Generación de calor secundario (opcional)						distribución y prod. hidr. contra congelación:	9 kWh/(m ² a)
3-Directa eléctrica (Almac. calor ACS)		0%	100%			Demanda energ. refrige. incl. deshumidif.:	9 kWh/(m ² a)
						Demanda ACS incluye. distribución:	7 kWh/(m ² a)

Referencia: Superficie de referencia energética	Energía final		PER				EP		CO ₂	
	Contribución (energía final)	Demanda de energía final	Factor PER	Factor PER efectivo (incl. contingente biomasa)	Valor específico PER	Factor EP	Valor EP	Factor emisiones CO ₂ (CO ₂ eq)	Emisiones CO ₂ eq	
		kWh/(m ² a)	kWh/kWh	kWh/kWh	kWh/(m ² a)	kWh/kWh	kWh/(m ² a)	kg/kWh	kg/(m ² a)	
					52,5		114,5		23,4	
						1-Factores EP (no-renovable) Certificación PHI	1-Factores CO ₂ GEMIS (Alemania)			

Datos para calefacción	1,10	10,0	2,60	23,7	4,8
------------------------	------	------	------	------	-----

Refrigeración y deshumidificación	1,30	4,2	8,4	1,7
-----------------------------------	------	-----	-----	-----

Generación ACS	1,20	8,8	2,60	18,9	3,9
----------------	------	-----	------	------	-----

Electricidad doméstica	24,4	1,21	29,5	63,5	13,0
------------------------	------	------	------	------	------

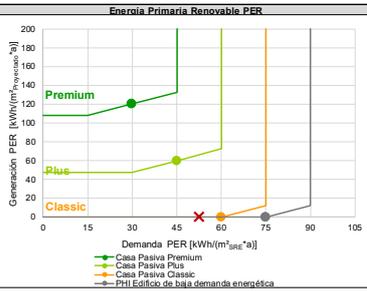
Gas / Gas RE secar / cocinar	0,0	1,75	0,0	2,60	0,0	0,270	0,0
------------------------------	-----	------	-----	------	-----	-------	-----

Referencia: Superficie de la huella proyectada del edificio	Energía final		PER		EP		CO ₂	
	Generación energía final	Generación energía final	Factor PER	Valor específico PER	Factor Energía Primaria	Valor EP	Factor emisión (CO ₂ -eq)	Emisiones CO ₂ eq
	kWh/a	kWh/(m ² A _{proyectada} *a)	kWh/kWh	kWh/(m ² A _{proyectada} *a)	kWh/kWh	kWh/(m ² a)	kg/kWh	kg/a
Electricidad IFV	0	0,0	1,00	0,0	-	0,0	-	0,0
Sistema solar térmico	0	0,0	1,00	0,0	1,2	0,0	-	-
	0	0,0						

Requisito para la demanda de EP en el caso de la comprobación según EP (no renovable) [kWh/(m ² a)]	-	El edificio actual alcanza la siguiente clase	115	¿Requerimiento alcanzado?	-
--	---	---	-----	---------------------------	---

Estándar energético alcanzable a través de la comprobación de energía primaria renovable (evaluación de los aspectos individuales)	Energía útil, cumplimiento				Hermeticidad R ₅₀
	Dem. Cal. Anual SRE kWh/(m ² a)	Carga calefacción SRE W/m ²	Energía útil refrig. SRE kWh/(m ² a)	Carga refrigerac. SRE W/m ²	
Requerimiento Casa Pasiva Premium	15	10	15	11	0,60
Requerimiento Casa Pasiva Plus	30	17	30	10	1,00
Requerimiento Casa Pasiva Classic	9	17	8	10	0,4
El edificio actual alcanza la siguiente clase	Premium		Premium		Premium

Cuadro resumen	Energía final		Energía útil, cumplimiento		Emisiones CO ₂ eq	Equilibrio sustitución CO ₂ eq
	Demanda	Valor específico PER	Factor PER	Carga calefacción SRE W/m ²		
Aunque, desde el punto de vista científico no es del todo correcto, se sumarán aquí diferentes portadores energéticos. Esto se hace para cumplir con los criterios de otros estándares energéticos como Effizienzhaus Plus.	MWh/a	MWh/a	1-Factores EP (no-renovable) Certificación PHI	1-Factores CO ₂ GEMIS (Alemania) kg/a	1-Factores CO ₂ GEMIS (Alemania) kg/a	1-Factores CO ₂ GEMIS (Alemania) kg/a
Demanda	5,7	6,8	14,83	3035	3035	3035
Generación	0,0	0,0	0,00	0	0	0
Demanda, generación acumulada (balance anual)	5,70	6,80	14,83	3035	3035	3035
Demanda sin electricidad doméstica	2,5	3,0	6,61	1352	1352	1352





Bomba de calor (BC)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

SHOWROOM VEKA / Clima: Burgos / SRE: 130 m² / Calefacción: 8.9 kWh/(m²a) / Refrigeración: 8.1 kWh/(m²a) / PER: 52.5 kWh/(m²a)

Tipo de edificio:		EDIFICIO NO RESIDENCIAL
SRE A _{SRE} :		130 m ²
Proporción de cobertura de la demanda de calefacción	(Hoja de cálculo 'PER')	100%
Demanda de calefacción + pérdidas por distribución	$Q_{cal} + Q_{rub, Cal}$ (Distribución+ACS)	1150 kWh/a
Proporción solar calefacción	$\eta_{Solar, Cal}$ (Hoja de cálculo 'ACS-Solar')	0%
Demanda efectiva de calefacción	$Q_{cal, ef} = Q_{cal} * (1 - \eta_{Solar, Cal})$	1150 kWh/a
Proporción de cobertura de demanda de ACS	(Hoja de cálculo 'PER')	0%
Demanda total de calor del sistema de ACS	$Q_{tot, ACS}$ (Distribución+ACS)	944 kWh/a
Proporción solar ACS	$\eta_{Solar, ACS}$ (Hoja de cálculo 'ACS-Solar')	0%
Demanda de ACS efectiva	$Q_{ACS, ef} = Q_{ACS} * (1 - \eta_{Solar, ACS})$	0 kWh/a
Número de bombas de calor en el sistema		1
Función		Calefacción
Datos para calefacción		
Selección de BC:	4-MundoClima 2x1 M12 H6	Fuente de calor:
Selección de sistema de distribución		1-Aire exterior
Temperatura de cálculo sistema de calefacción	$\theta_{diseño}$ (Distribución+ACS)	2-Radiadores
Potencia nominal del sistema de distribución	P_{nom}	123,00 °C
		2,15 kW
Sistema de distribución (a ser completado sólo por usuarios experimentados)		
Potencia nominal del sistema de distribución	P_{nom}	
Exponente de radiador	n	
Tanque/acumulador para calefacción (acumulador de inercia hoja 'Distribución+ACS')		0-No
Pérdidas de calor específicas por almacenamiento	$U * A_{Acum}$	
Ubicación acumulador/tanque		1-Interior
Temperatura interior (ubicación del almacenamiento: fuera de la envolvente térmica)	(Distribución+ACS)	
Temperatura de disipador de bomba de calor para calefacción	$\theta_{disminución}$	123,00 °C
Datos para ACS		
Selección de BC:	0-Ninguno	Fuente de calor:
Temperatura ACS		(Distribución+ACS)
Posición tanque de ACS ('tanque/acumulador 1' en hoja 'Distribución+ACS')		1-Interior
Pérdidas de calor específicas por almacenamiento	$U * A_{Acum}$	0,0 W/K
Temperatura interior (ubicación del almacenamiento: fuera de la envolvente térmica)	(Distribución+ACS)	
Opciones adicionales en el caso de una bomba de calor para dos funciones: Calefacción & ACS		
Tipo de calefacción de respaldo		1-Calentador de inmersión eléctrico
$\Delta\theta$ Calentador de paso eléctrico		
Misma temperatura de disipador de bomba de calor para calefacción y ACS		1-Sí
Prioridad bomba de calor	(Fabricante, datos técnicos)	2-Prioridad calefacción
Estrategia de control		
Estrategia de control de la bomba de calor		1-Encendido / Apagado
Terreno y agua subterránea como fuente para la bomba de calor		
Profundidad (horizontal / vertical) intercambiador de calor en subs	z	
Potencia de la bomba del intercambiador de calor subterráneo	P_{pump}	

Además de las hojas expuestas hay otras que no se han rellenado por no tener relación con nuestro caso o bien por ser hojas que solo contienen datos y en las que se apoyan las demás para realizar los cálculos. Estas Son:

Distribución+ACS

→ Sistema de distribución de calefacción y ACS

ACS-Solar

→ Instalación solar térmica

IFV

→ Instalación fotovoltaica

GIC

→ Ganancias internas de calor para edificios residenciales

Unidad compacta

→ Unidad compacta Passivhaus con bomba de calor para aire de expulsión

BC-Terreno

→ Bomba de calor geotérmica (sondas y colectores geotérmicos)

Caldera

→ Caldera (gas, gasóleo y madera)

Calefacción urbana

→ Calefacción urbana y cogeneración calor-electricidad

Datos

→ Datos

14.2. Anexo de planos

Índice de planos

EMPLAZAMIENTO	
CALLE LÓPEZ BRAVO Nº58	M-01
ARQUITECTURA	
PLANTA BAJA. COTAS Y DISTRIBUCIÓN	A-01
PLANTA CUBIERTA VESTÍBULO COTAS Y DISTRIBUCIÓN	A-02
PLANTA CUBIERTA COTAS Y DISTRIBUCIÓN	A-03
ALZADO SURESTE Y ALZADO ESTE	A-04
ALZADO NORTE Y ALZADO SUROESTE	A-05
SECCIONES	A-06
ESTRUCTURA	
CIMENTACIÓN	E-01
PLANTA BAJA Y VESTÍBULO	E-02
PLANTAS CUBIERTAS	E-03
CONSTRUCCIÓN	
SECCIÓN CONSTRUCTIVA LONGITUDINAL	C-01
SECCIÓN CONSTRUCTIVA TRANSVERSAL B-B'	C-02
CARPINTERÍA	C-03
INSTALACIONES	
SANEAMIENTO_PLANTA BAJA	IS-01
SANEAMIENTO_PLANTA CUBIERTA	IS-02
FONTANERÍA	IF-01
ELECTRICIDAD/ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES	IE-01
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	II-01
VENTILACIÓN	IV-02



***NOTA**
 La superficie señalada en azul se regulará según lo establecido en el Anejo I del Anexo de Urbanización que acompaña al presente Proyecto Básico y de Ejecución.

TABLA SUPERFICIES	
S. PARCELA CATASTRAL	43.548m ²
S. CONSTRUIDA EXISTENTE CATASTRAL	12.674m ²
S. CONSTRUIDA PROYECTO	183.49m ²

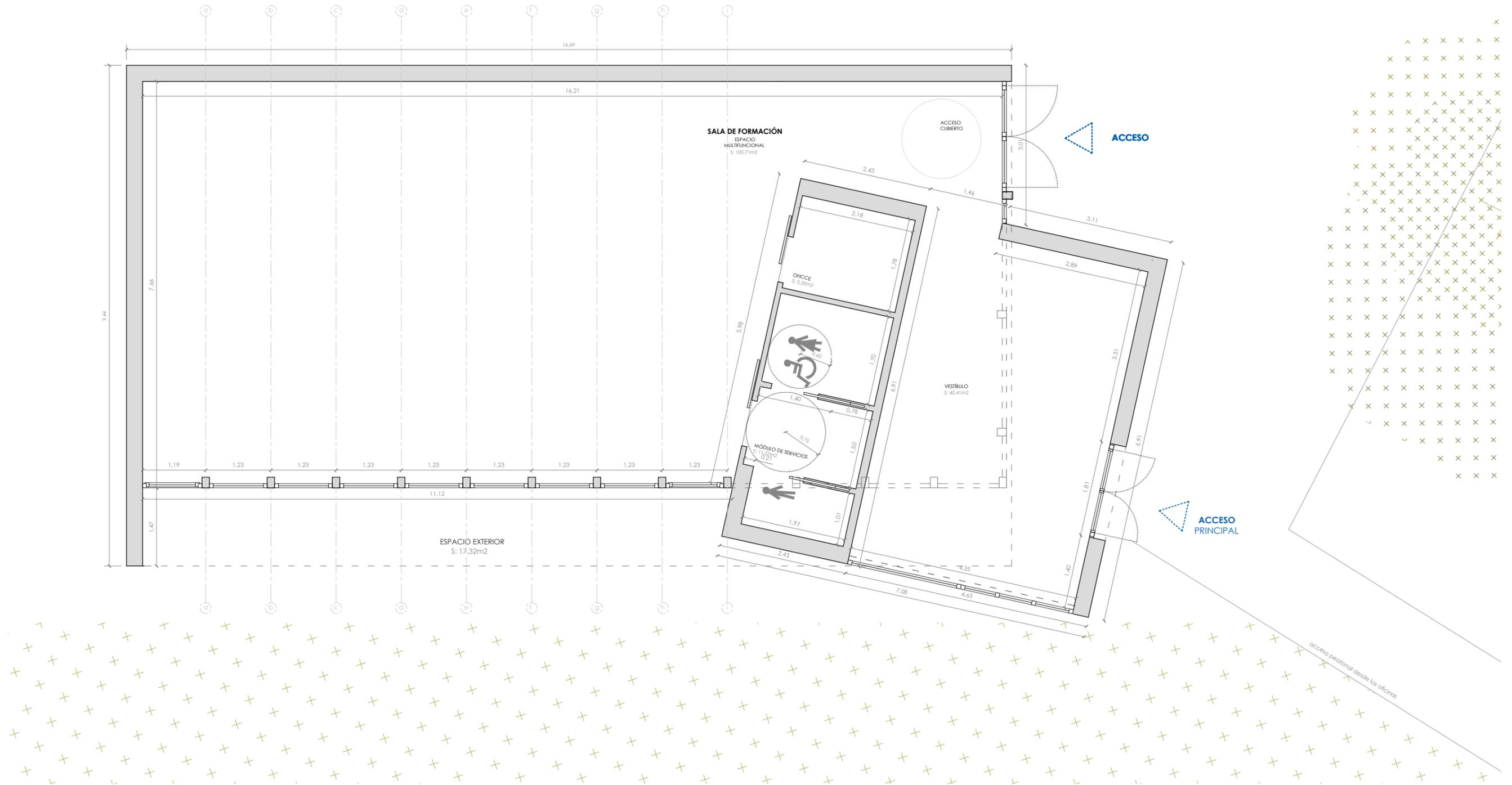


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR, BURGOS		OCTUBRE 2016 ESCALA: 1/900
	PLANO		EMPLAZAMIENTO NÚMERO
	PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		CALLE LÓPEZ BRAVO Nº58 M-01

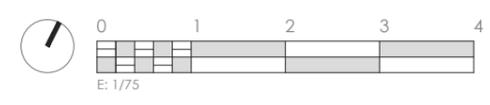
VISADO
 24/10/2016
 Páginas: 22
 20160381-105

Arquitectos
 RODRIGO PARDILLA MATA

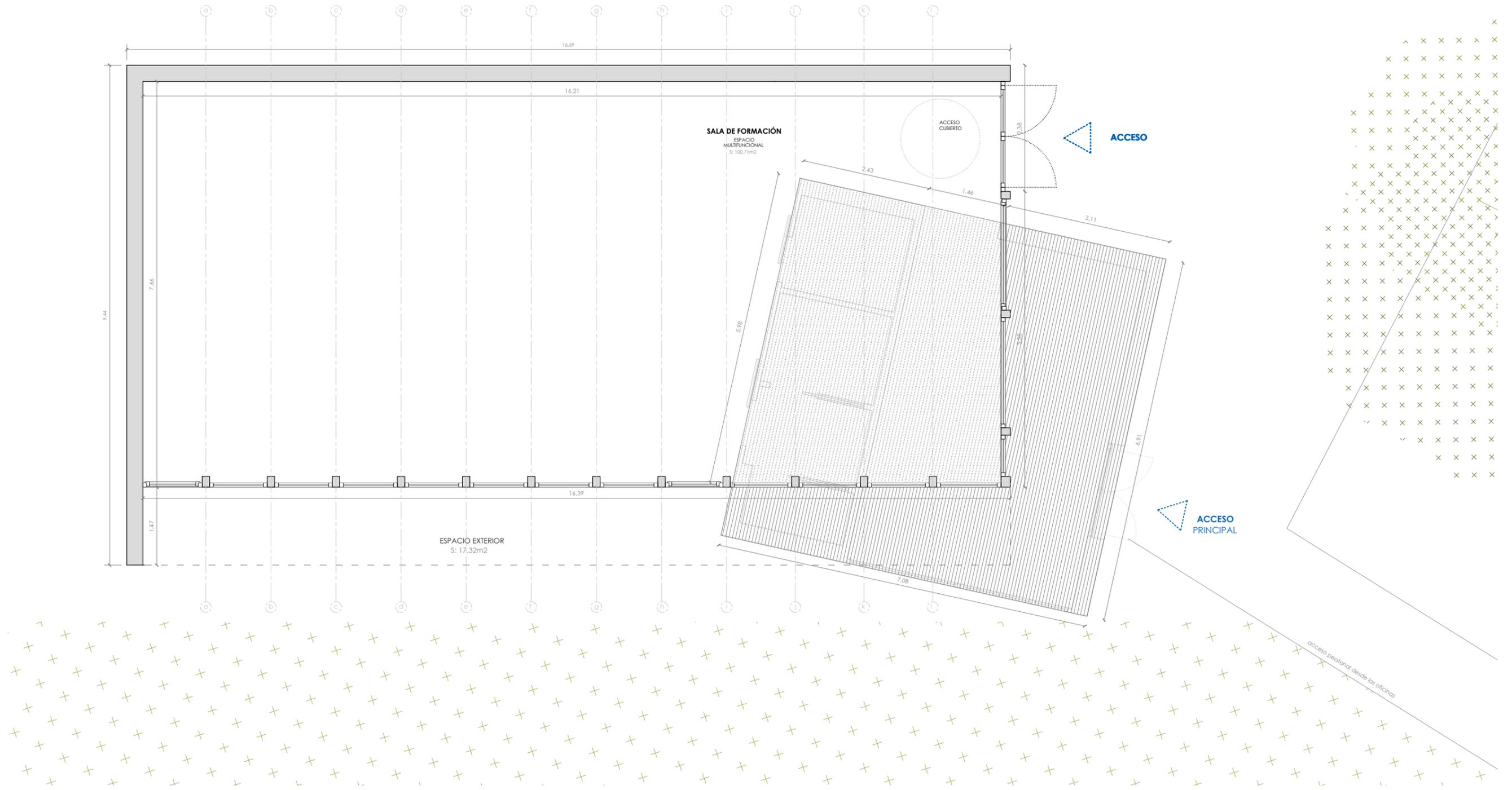
COACYLE / COLEGIO
 OFICIAL DE ARQUITECTOS
 DE CASTILLA Y LEÓN ESTE
 DEMARCACIÓN DE BURGOS



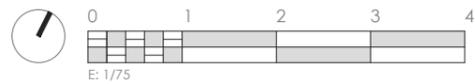
PLANTA BAJA _COTAS Y DISTRIBUCIÓN



avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ESCALA : 1/75
	PLANO	ARQUITECTURA	NÚMERO
	PLANTA BAJA. COTAS Y DISTRIBUCIÓN		A-01
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU			

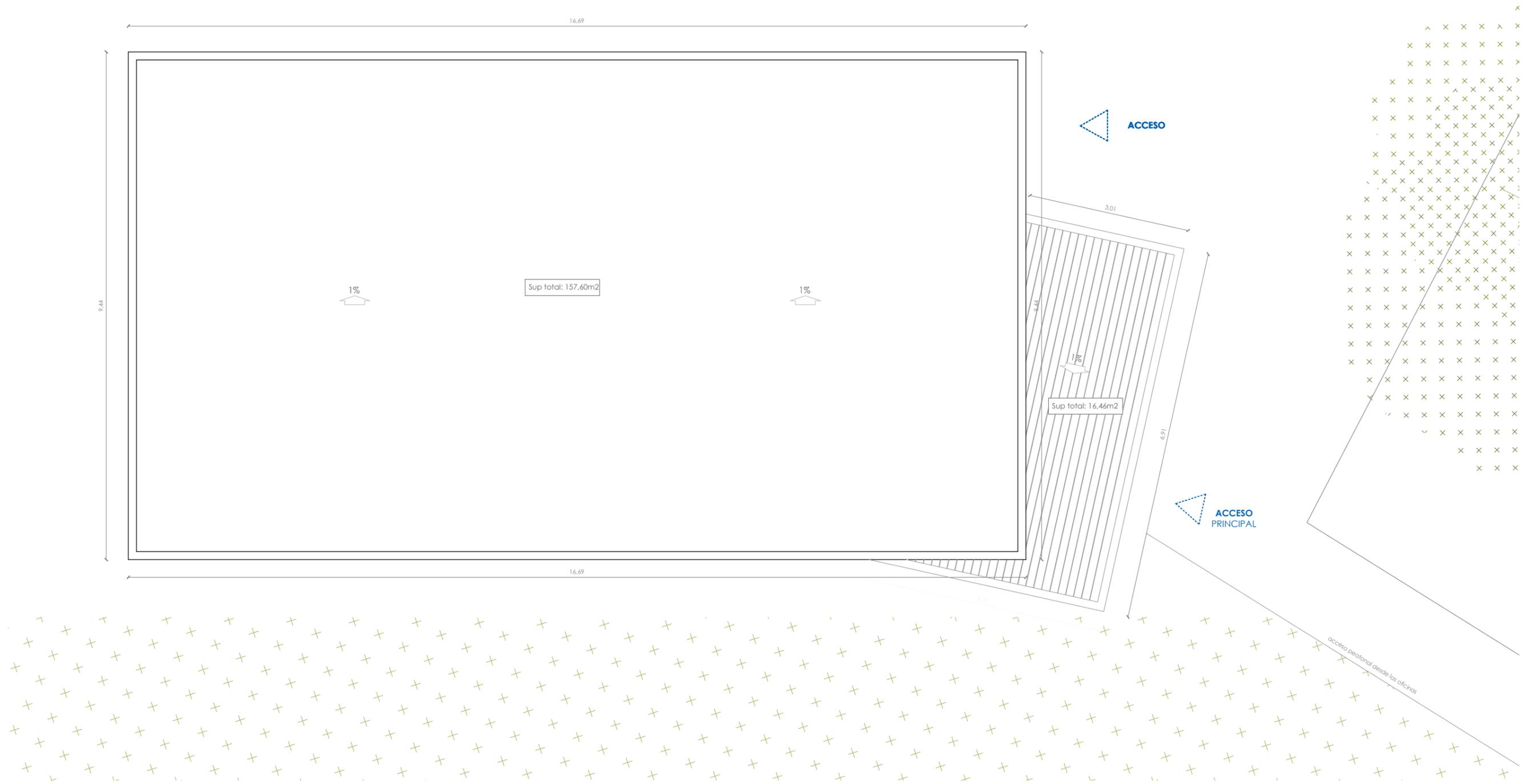


PLANTA BAJA _COTAS Y DISTRIBUCIÓN

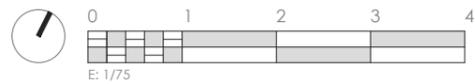


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO		ESCALA : 1/75
	PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		ARQUITECTURA NÚMERO A-02

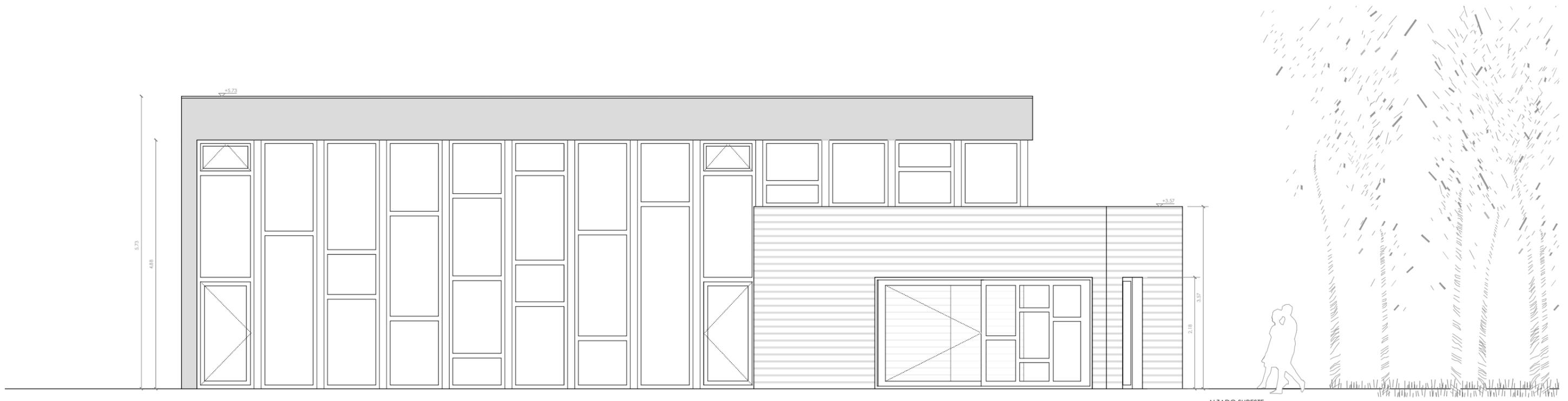
PLANTA CUBIERTA VESTÍBULO COTAS Y DISTRIBUCIÓN



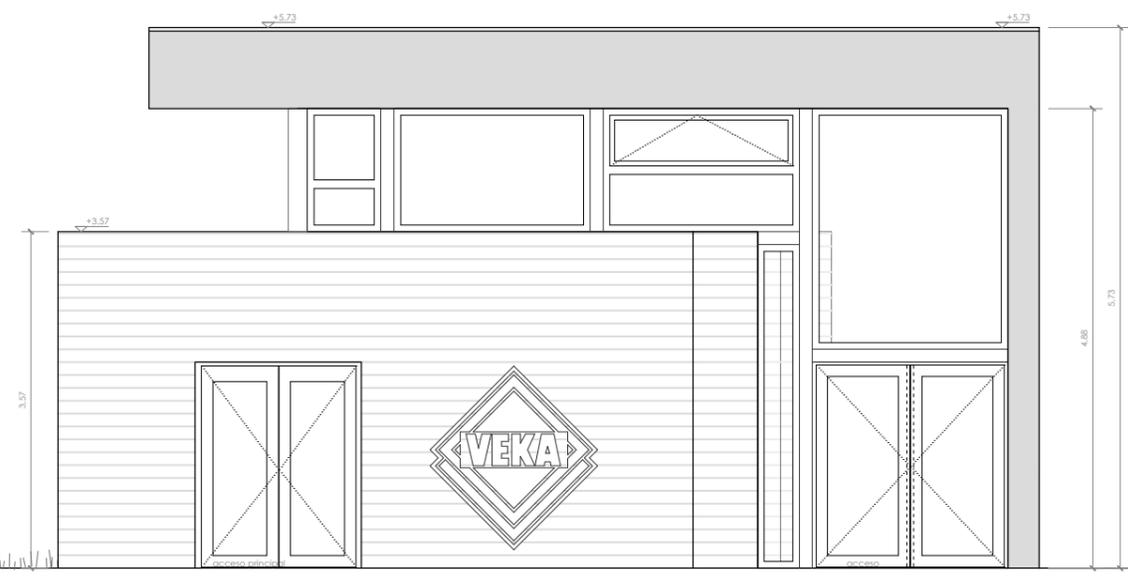
PLANTA BAJA _COTAS Y DISTRIBUCIÓN



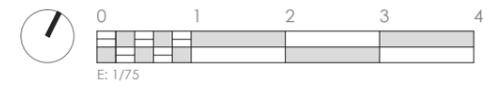
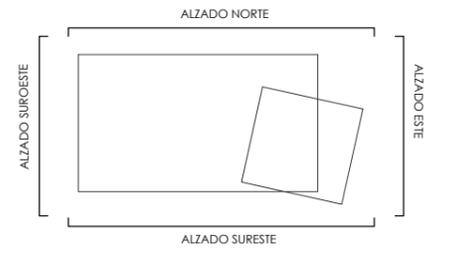
avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ESCALA : 1/75
	PLANO	ARQUITECTURA	NÚMERO
	PLANTACUBIERTA COTAS Y DISTRIBUCIÓN		A-03
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU			



ALZADO SURESTE
CALLE LÓPEZ BRAVO DESDE INTERIOR DE PARCELA



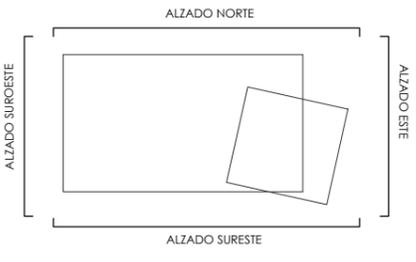
ALZADO ESTE,
DESDE INTERIOR DE PARCELA



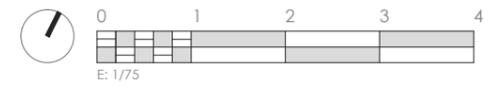
avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ESCALA : 1/75
	PLANO	ARQUITECTURA	NÚMERO
	ALZADO SURESTE Y ALZADO ESTE		A-04
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU			



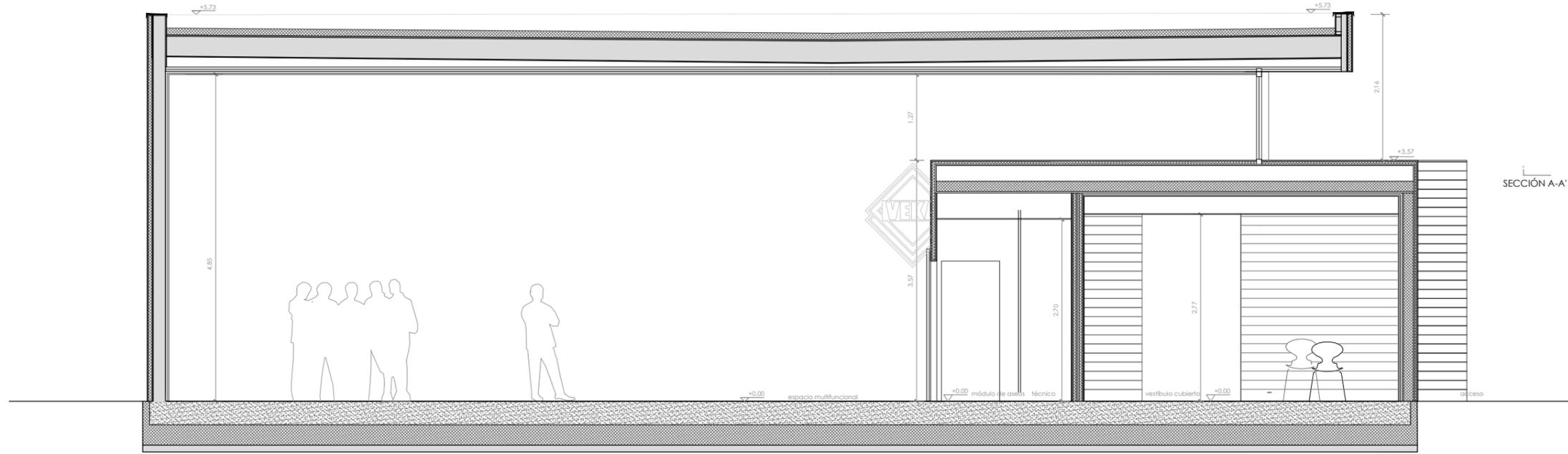
ALZADO NORTE
DESDE INTERIOR DE PARCELA



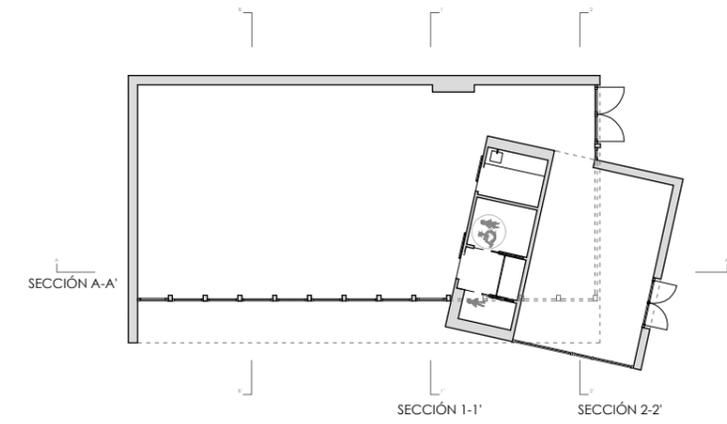
ALZADO SUROESTE
DESDE INTERIOR DE PARCELA



avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ABRIL 2016
	PLANO		ESCALA : 1/75
	ALZADO NORTE Y ALZADO SUROESTE		ARQUITECTURA NÚMERO A-05
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU			



SECCIÓN A-A'

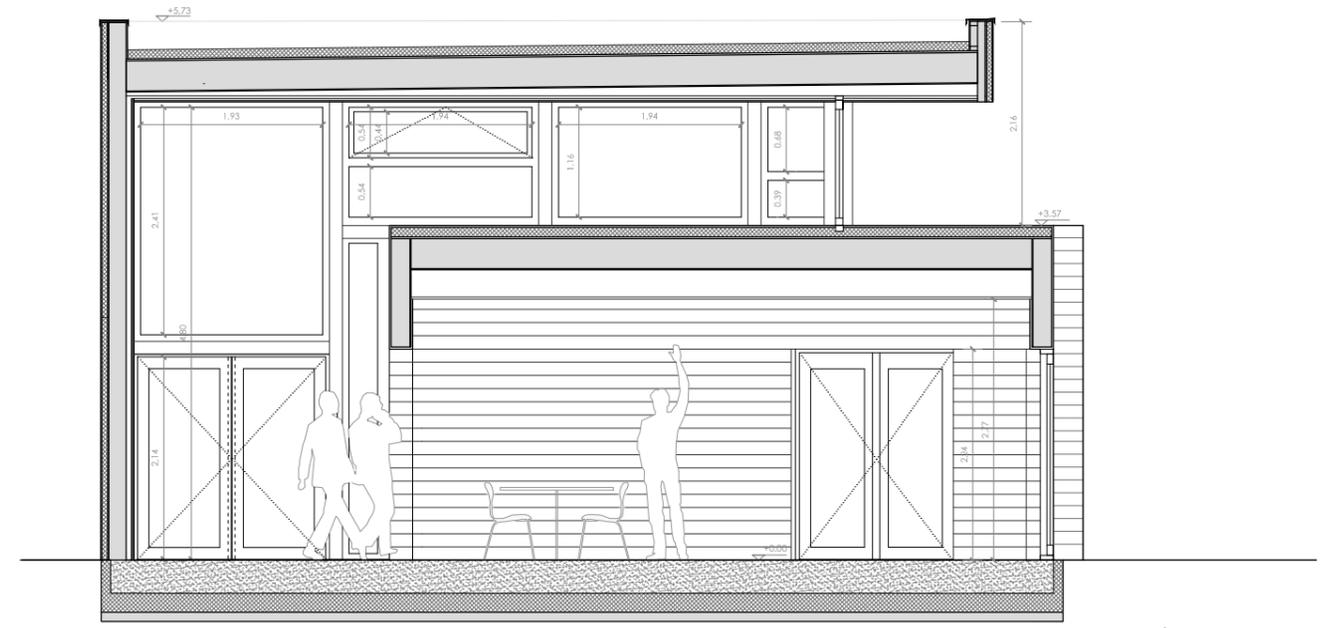


SECCIÓN 1-1'

SECCIÓN 2-2'



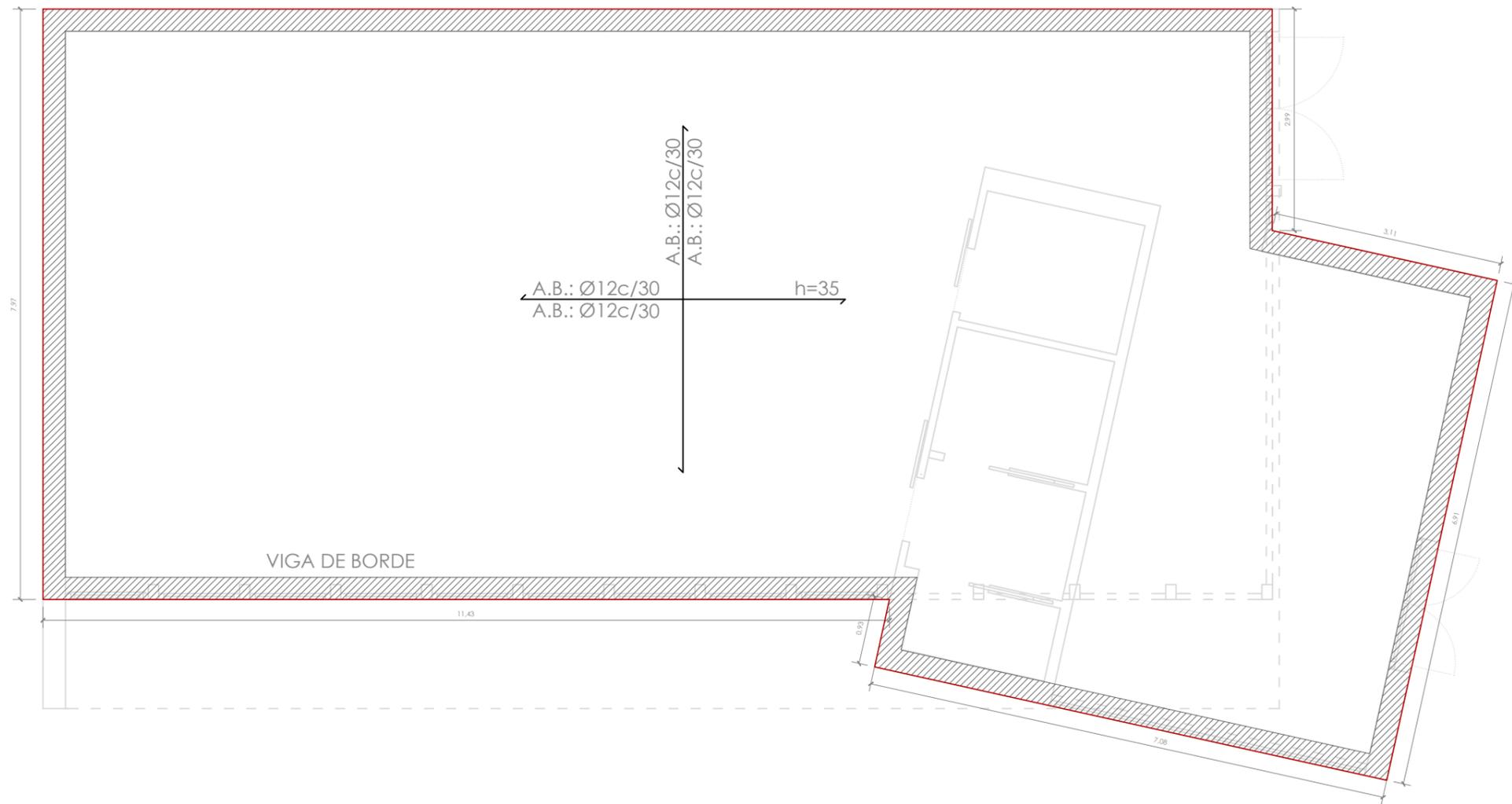
SECCIÓN 1-1'



SECCIÓN 2-2'

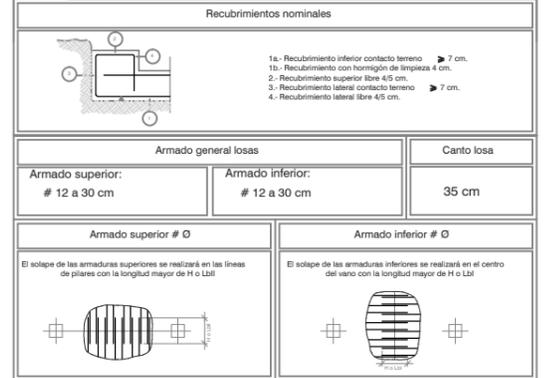


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO		ARQUITECTURA
	PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		SECCIONES
		ESCALA : 1/75	NÚMERO A-06



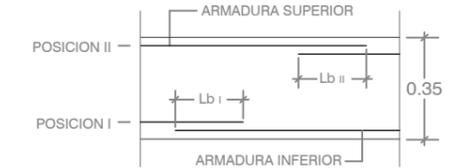
— PERÍMETRO LOSA
(De ahí hacia fuera poner 10cm de XPS)

Características de los materiales - Losas de cimentación											
Materiales	Hormigón						Acero				
	Control			Características			Control		Características		
Elemento	Nivel Control	Coef. Ponder.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponder.	Tipo		
Zona/Planta	Normal	1.50	HA-25	Plastia a 1 hora (90 min)	20/40 mm	I	Normal	1.15	B500S		
Ejecución (Acciones)	Normal	1.35				Adaptado a la Instrucción EHE-08					
Exposición/ambiente	Terreno		Techo protegido u hormigón de limpieza			I	IIa	IIb	IIa		
Recubrimientos nominales (mm)	70		Ver Exposición/Ambiente			25	30	30	35		



DETALLE DE SOLAPES DE ARMADURAS (HA-25 / B-500 S)

ARMADURA	TRACCIÓN (cm.)		COMPRESIÓN (cm.)	
	POS. I	POS. II	POS. I	POS. II
Ø 10	50	75	25	40
Ø 12	60	90	30	45
Ø 16	80	120	40	60
Ø 20	120	170	60	85
Ø 25	190	265	95	135

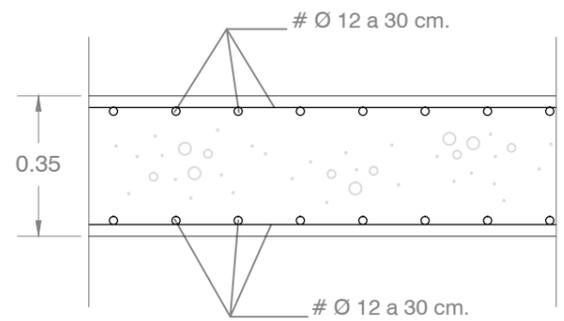


CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD SEGUN EHE-08						
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO Art.31 y 32	NIVEL DE CONTROL Art. 86, 88 y 92	COEFICIENTES DE PONDERACIÓN		
				γ _c	γ _s	γ _f
HORMIGÓN	LOSA CIMENTACIÓN	HA-25/B/30/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	—	—
ACERO DE ARMADURAS	LOSA CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	—	1,15	—
EJECUCIÓN	LOSA CIMENTACIÓN	—	NORMAL	—	—	P V 1,35 1,50

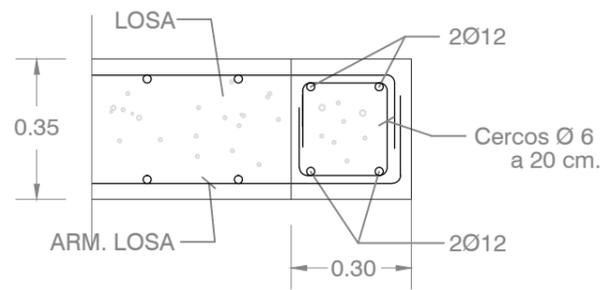
NOTAS :
P -> Acciones permanentes
V -> Acciones variables o permanentes de valor no constante.

LONGITUDES BASICAS DE ANCLAJE EN cm SEGUN EHE								
ACERO: B500S	HORMIGON	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
POSICION I	HA-25	20	25	30	40	60	95	155
POSICION II	HA-25	30	35	45	60	85	135	220
POSICION I	HA-30	20	25	30	40	55	85	135
POSICION II	HA-30	30	35	45	60	75	115	190
POSICION I	HA-35	20	25	30	40	50	75	125
POSICION II	HA-35	30	35	45	60	70	105	175

ARMADURA GENERAL DE LOSA



DETALLE VIGA DE BORDE



avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO: BU-15053VEK

ENERO 2018

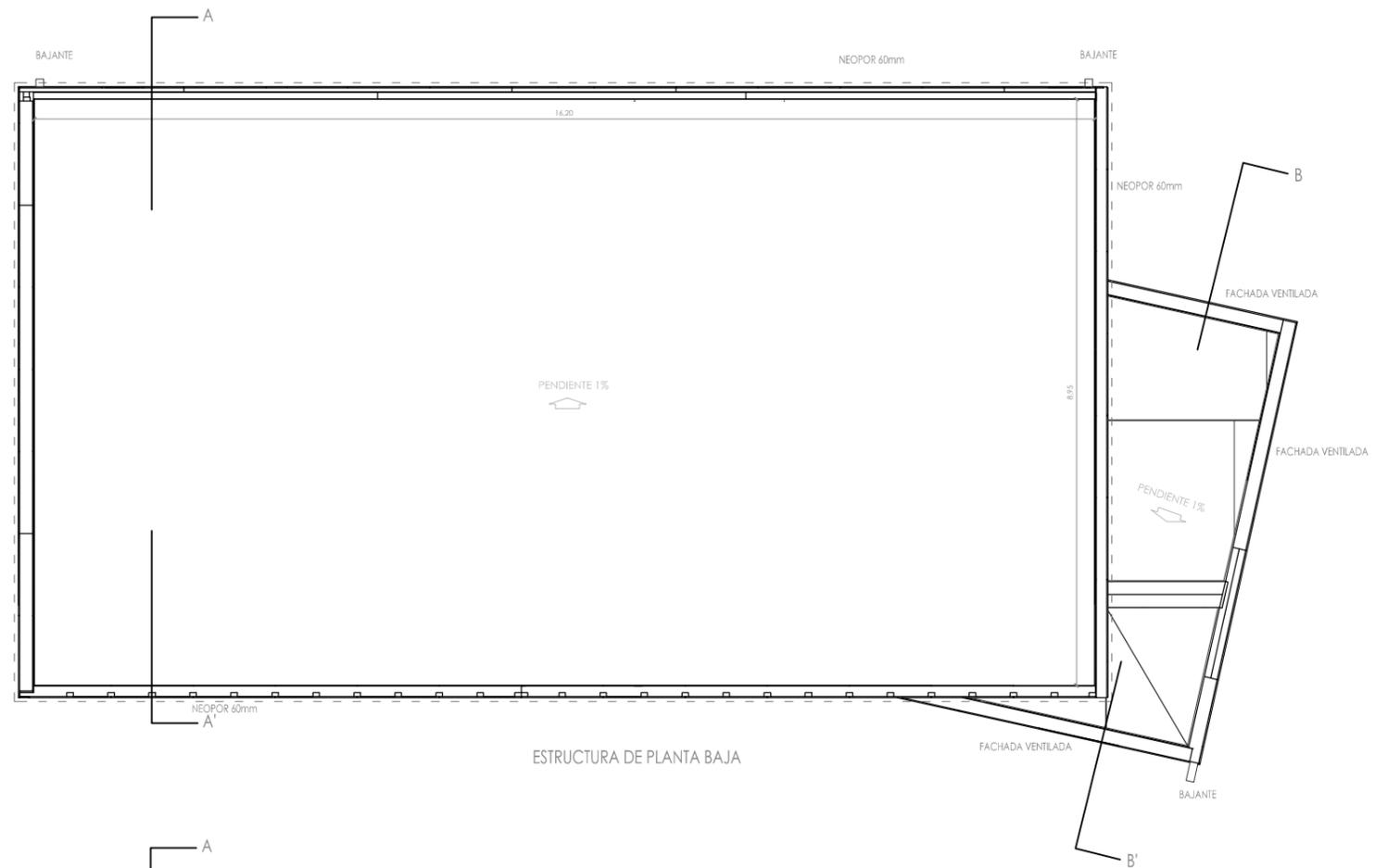
ESTRUCTURA

CIMENTACIÓN

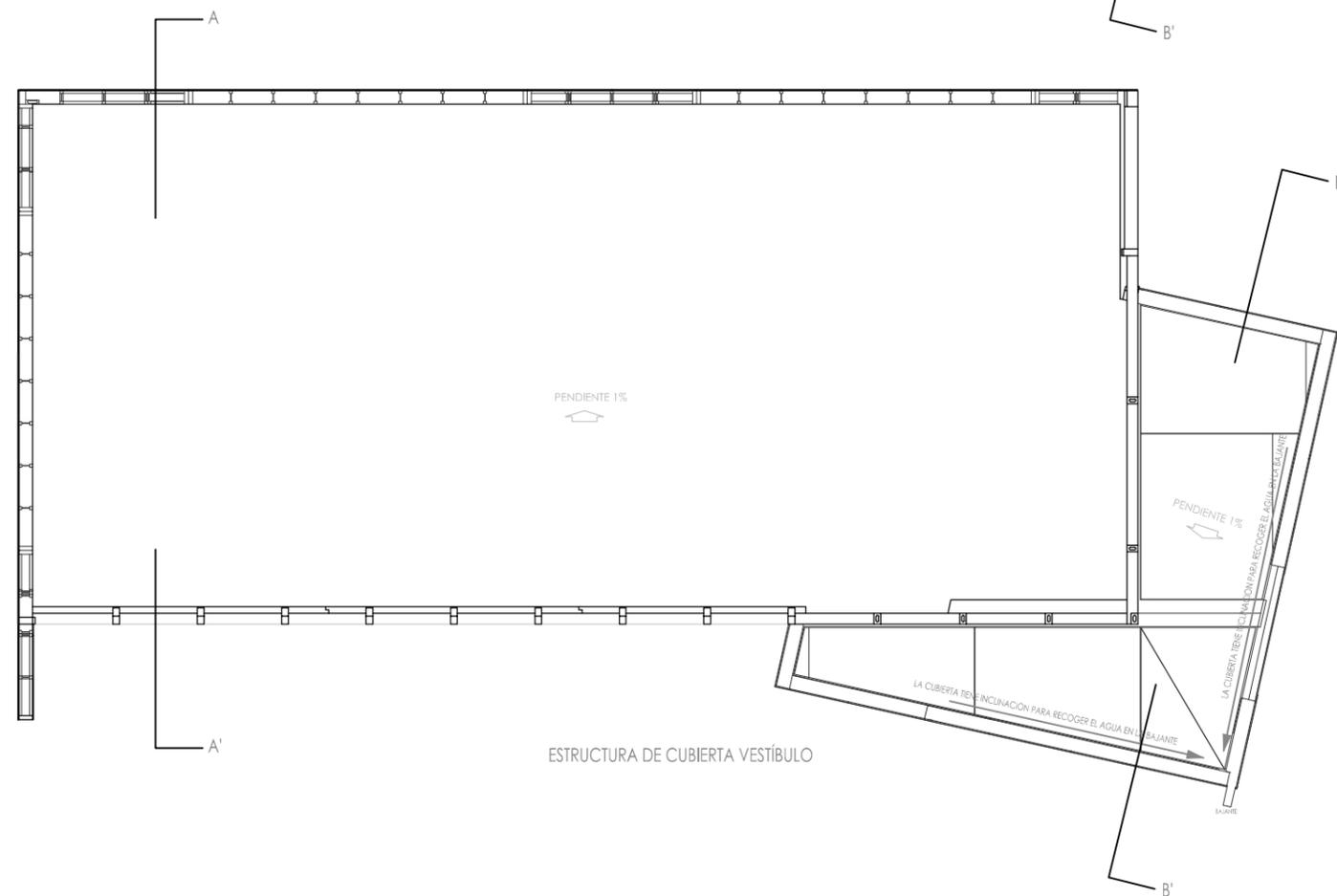
ESCALA: 1/75

NÚMERO

E-01



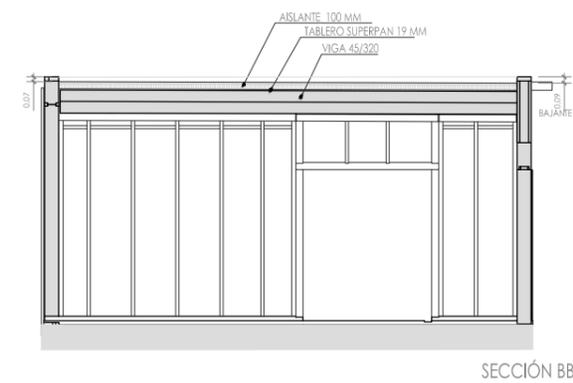
ESTRUCTURA DE PLANTA BAJA



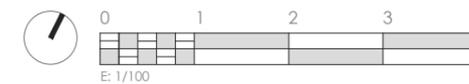
ESTRUCTURA DE CUBIERTA VESTÍBULO



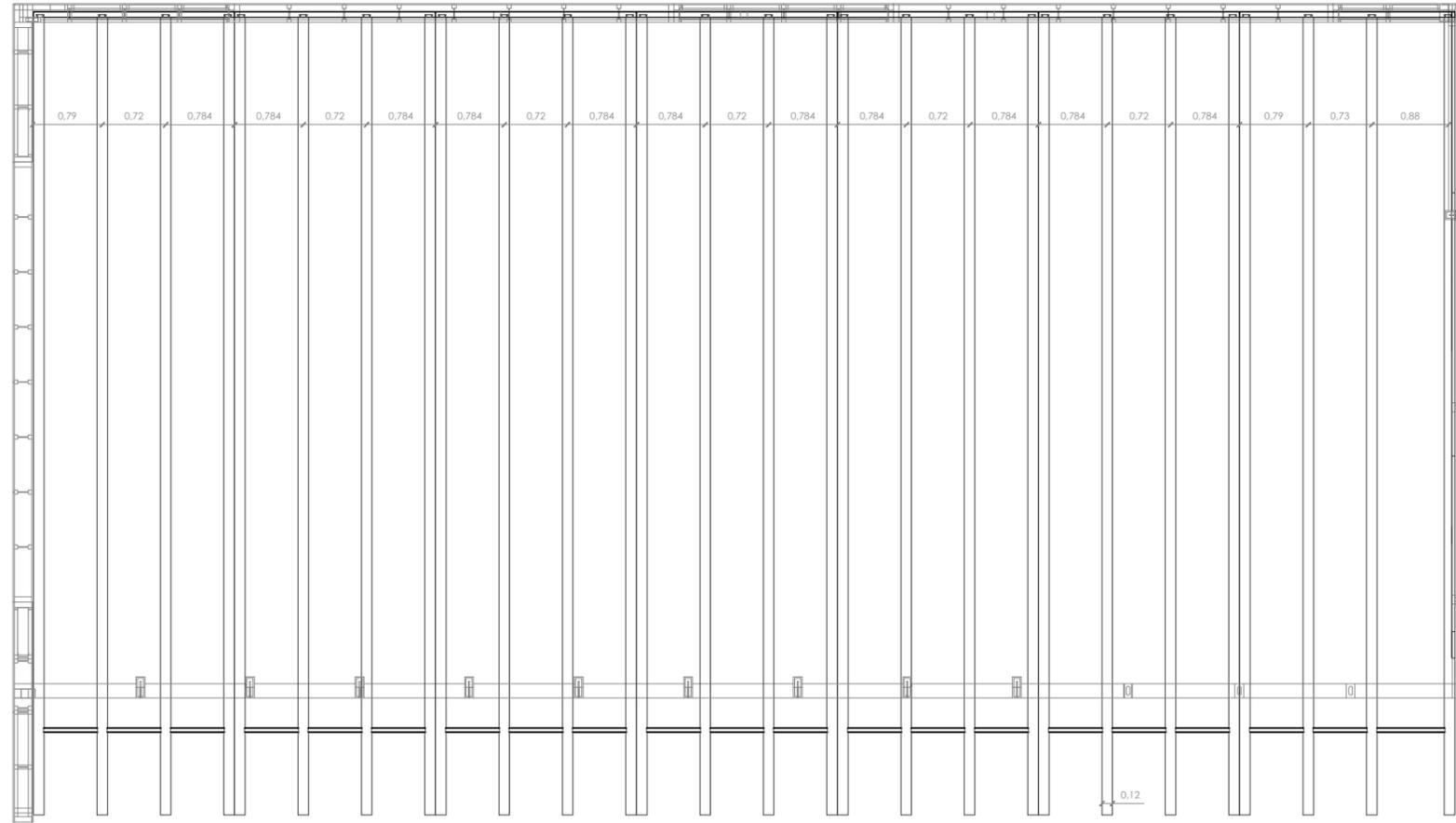
SECCIÓN AA'



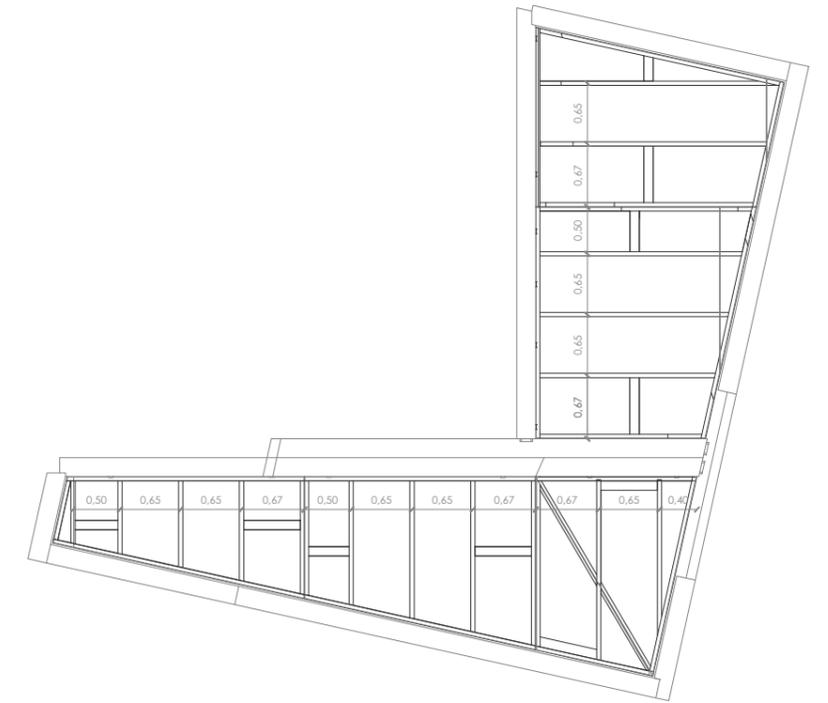
SECCIÓN BB'



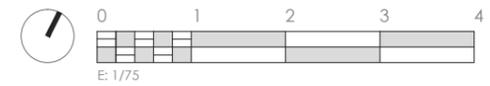
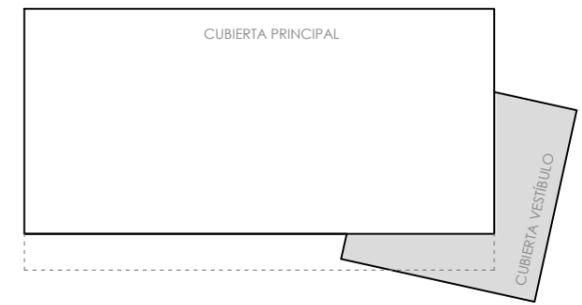
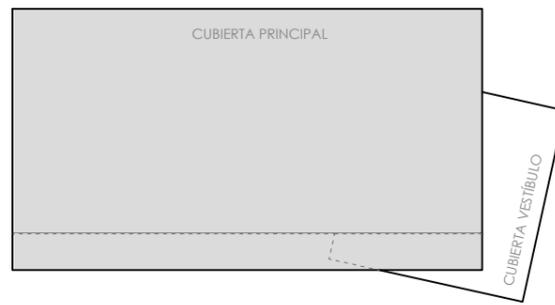
avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO		ESCALA : 1/100
	PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		ESTRUCTURA PLANTA BAJA Y VESTÍBULO NÚMERO E-02



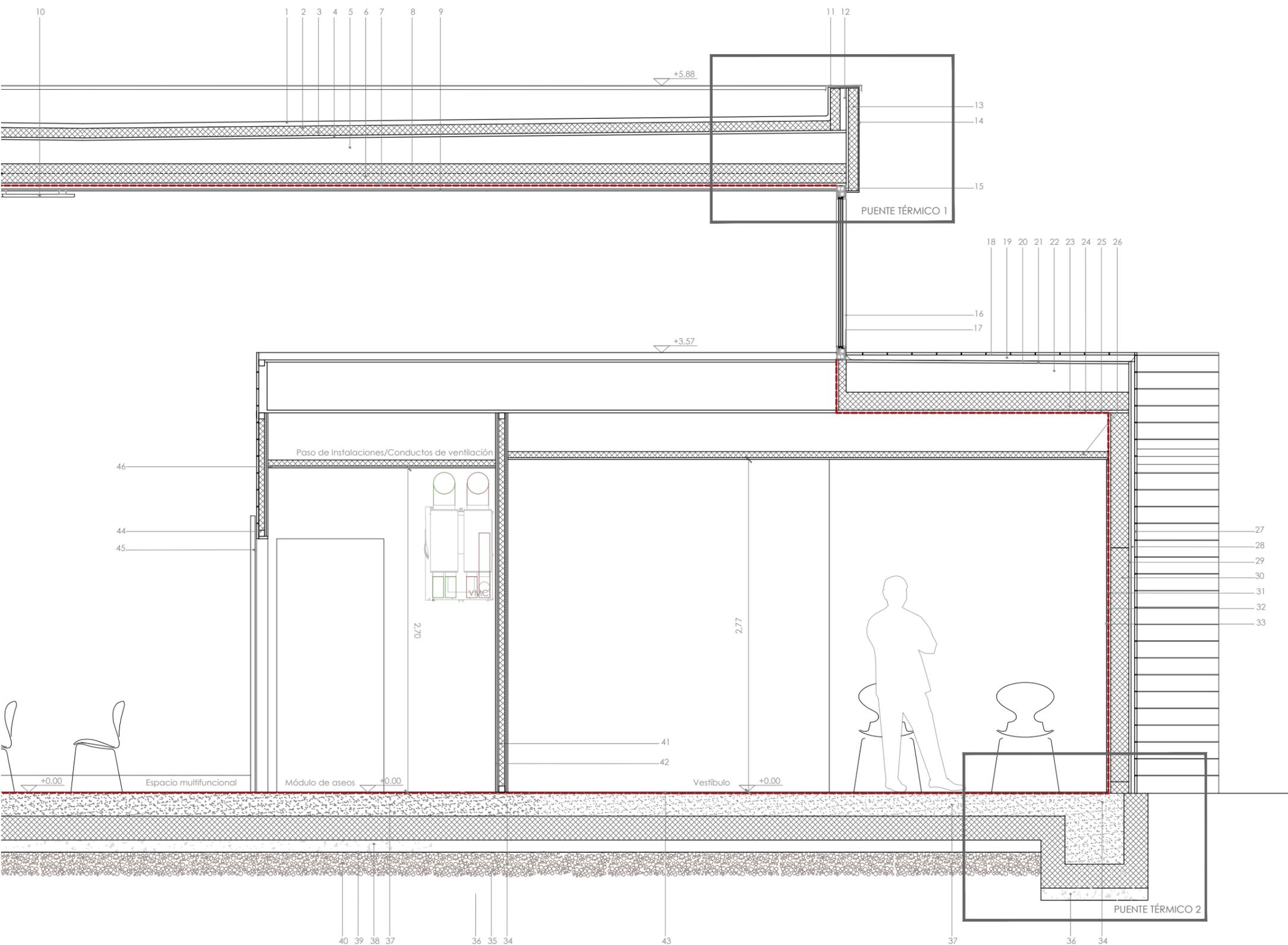
VIGAS DE CUBIERTA ANCHO 120mm



VIGAS DE CUBIERTA ANCHO 60mm

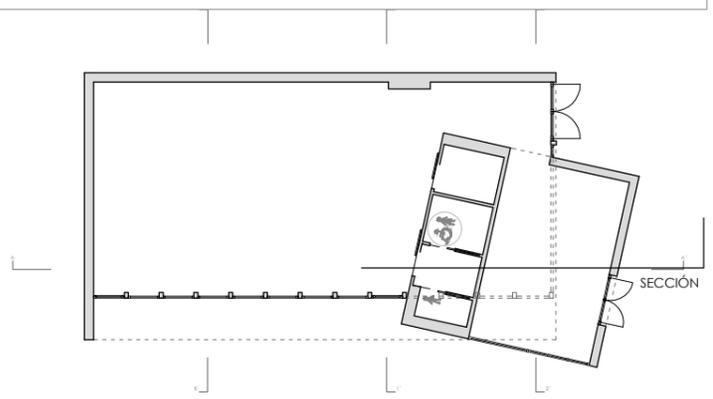


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO		ESCALA : 1/75
	PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		ESTRUCTURA PLANTA CUBIERTAS
			E-03

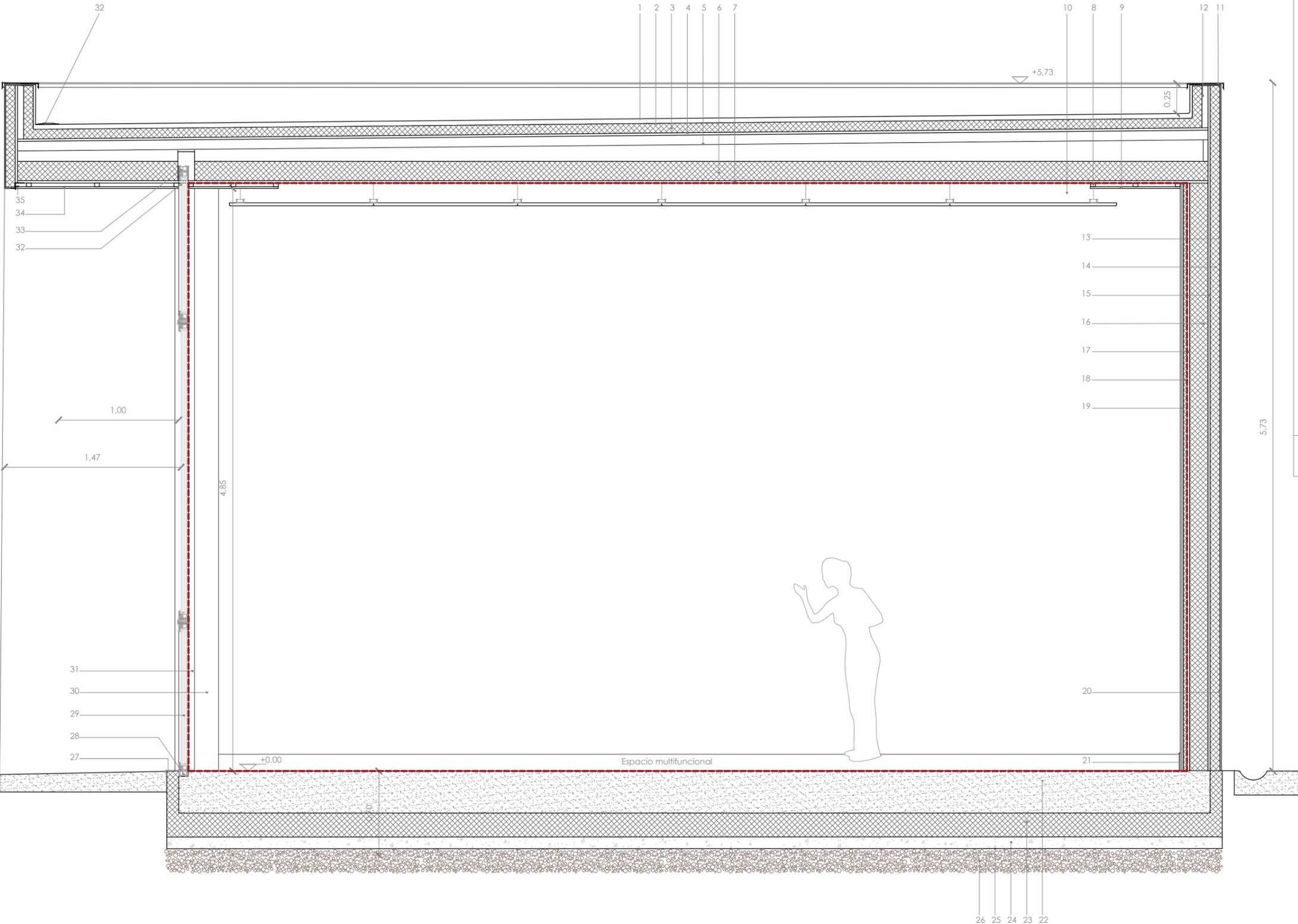


- 01_ Capa de protección formada por 45mm de mortero de cemento M-80 (1/4) con armadura de fibra de vidrio en una dosificación de 1 Kg/m³.
- 02_ Lámina impermeabilizante de EPDM.
- 03_ Aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 80mm de espesor.
- 04_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 05_ Estructura de entramado de madera en cubierta con tratamiento contra la humedad, espesor 420mm.
- 06_ Aislamiento de lana de roca de e: 160mm entre estructura de entramado ligero de madera.
- 07_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 08_ Rastrel de pino de dimensiones 40x30 mm con tratamiento contra la humedad autoclave.
- 09_ Placa de cartón yeso de 15mm de espesor.
- 10_ Placa acústica de 1 capa de viruta de madera ligada con magnesita de 25mm de espesor, con unas dimensiones de 120x60cm, montados con tornillos sobre perfilera metálica o listones de madera con una distancia entre ejes inferior a 60cm, en la pared frontal del espacio multifuncional y el techo del mismo espacio.
- 11_ Albardilla formada por chapa plegada de acero lacado color blanco en perímetro del peto de cubierta.
- 12_ Panel estructural de madera de 50mm de espesor para la formación del peto de cubierta.
- 13_ Acabado exterior consistente en un sistema de aislamiento térmico por el exterior SATE. Mortero acrílico de 10-15mm de espesor color blanco.
- 14_ Aislamiento de poliestireno expandido (EPS) de 80mm de espesor.
- 15_ Pieza de prolongación de marco de la carpintería de PVC.
- 16_ Carpintería de pvc, perfilera soffline 82 de VEKA, con aislamiento multicámara, color gris grafito, triple acristalamiento con doble cámara de gas argón. LÍNEA DE HERMETICIDAD
- 17_ Pieza de prolongación de marco de la carpintería de PVC.
- 18_ Entablado de madera de aprox.17mm de espesor. Ancho tabla aprox. 14cm, con tratamiento contra la humedad.
- 19_ Rastrel de pino en cubierta de dimensiones 40x40 mm con tratamiento contra la humedad autoclave, formando cámara de aire ventilada de aprox. 4cm
- 20_ Lámina de impermeabilización EPDM
- 21_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 22_ Estructura de entramado ligero de madera de 420mm de espesor.
- 23_ Aislamiento de lana de roca de e: 16cm entre entramado ligero de madera.
- 24_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 25_ Rastrel de pino en cubierta de dimensiones 40x30 mm con tratamiento contra la humedad autoclave, formando cámara de aire de aprox. 3 cm. / Paso de instalaciones.
- 26_ Falso techo formado por placa de cartón yeso de 15mm de espesor. Paso de instalaciones.
- 27_ Entablado de madera de aprox.17mm de espesor. Ancho tabla aprox. 14cm, con tratamiento contra la humedad.
- 28_ Rastrel de pino en fachada de dimensiones 40x30 mm con tratamiento contra la humedad autoclave, formando cámara de aire de aprox. 3 cm.
- 29_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 30_ Estructura de entramado ligero de madera de 150mm de espesor.
- 31_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 32_ Rastrel de pino en fachada de dimensiones 40x30 mm con tratamiento contra la humedad autoclave, formando cámara de aire de aprox. 3 cm.
- 33_ Placa de cartón yeso de 13+13mm+ acabado.
- 34_ Zapata corrida de hormigón armado HA-25.
- 35_ Aislamiento de poliestireno extruido de 200mm de espesor bajo la solera de hormigón.
- 36_ Hormigón de limpieza HM-20 de 100mm de espesor.
- 37_ Solera de hormigón armado HA-25 de 200mm de espesor. Acabado superficial / pavimento de hormigón pulido. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 38_ Hormigón de limpieza HM-20 de 100mm de espesor.
- 39_ Lámina de polietileno.
- 40_ Capa de encachado de grava de 200mm de espesor sobre terreno compactado.
- 41_ Tabiquería formada por entablado de madera de 17mm de espesor + rastrel de madera de 50x50mm relleno de aislamiento (lana de roca e:50mm)+ Placa de cartón yeso de 13+13mm+ acabado.
- 42_ Doble placa de cartón yeso hidrófugo de 13+13mm de espesor. Acabado en pintura plástica para exteriores.
- 43_ Pavimento laminado de madera, Clase AC4 o superior, sobre lámina foam (antimpacto).
- 44_ Tabiquería formada por entablado de madera de 17mm de espesor + rastrel de madera de 50x50mm relleno de aislamiento (lana de roca e:50mm)+ Placa de cartón yeso de 13+13mm+ acabado.
- 45_ Puerta de paso corredera de DM lacada, con herraje metálico por el exterior.
- 46_ Falso techo formado por placa de cartón yeso de 15mm de espesor. Paso de instalaciones.

NOTA: La LÍNEA DE HERMETICIDAD será continua mediante el encintado con cinta adhesiva acrílica modificada con incrustaciones de hilo de papel de fibra sintética o similar donde existan discontinuidades.

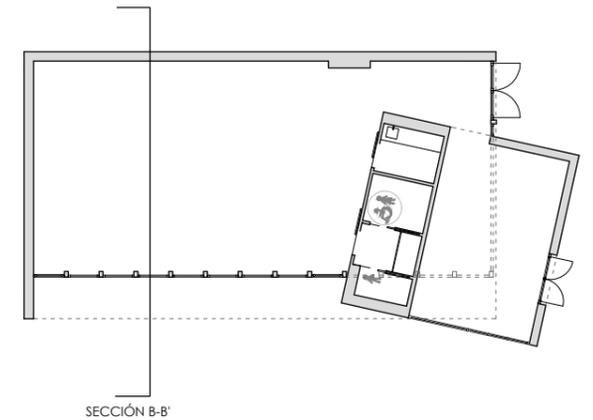


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO		ESCALA : 1/35
	SECCIÓN CONSTRUCTIVA LONGITUDINAL		NÚMERO C-01
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU			

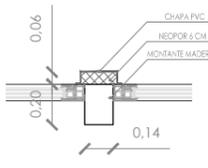


- 01_ Capa de protección formada por 45mm de mortero de cemento M-80 (1/4) con armadura de fibra de vidrio en una dosificación de 1 Kg/m³.
- 02_ Lámina impermeabilizante de EPDM.
- 03_ Aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 80mm de espesor.
- 04_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 05_ Estructura de entramado de madera en cubierta con tratamiento contra la humedad, espesor 220mm.
- 06_ Aislamiento de lana de roca de e: 160mm entre estructura de entramado ligero de madera.
- 07_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 08_ Rastrel de pino de dimensiones 40x30 mm con tratamiento contra la humedad autoclave.
- 09_ Placa de cartón yeso de 15mm de espesor
- 10_ Placa acústica de 1 capa de viruta de madera ligada con magnesita de 25mm de espesor, con unas dimensiones de 1200x600mm, montados con tornillos sobre perfilera metálica o listones de madera con una distancia entre ejes inferior a 600mm, en la pared frontal del espacio multifuncional y el techo del mismo espacio.
- 11_ Albardilla formada por chapa plegada de acero lacado color blanco en todo el perímetro del peto de cubierta.
- 12_ Panel estructural de madera de 50mm de espesor para la formación del peto de cubierta.
- 13_ Acabado exterior consistente en un sistema de aislamiento térmico por el exterior SATE. Mortero acrílico de 10-15mm de espesor color blanco.
- 14_ Aislamiento de poliestireno expandido (EPS) de 80mm de espesor.
- 15_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm.
- 16_ Estructura de entramado ligero de madera de 150mm de espesor.
- 17_ Panel técnico tipo OSB o similar, e: 22 mm. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 18_ Aislamiento de lana de roca de e: 30mm entre soporte de rastreles verticales de pino de 40x30mm.
- 19_ Doble placa de cartón yeso de 13+13 mm de espesor.
- 20_ Aislamiento perimetral de poliestireno extruido (XPS) de 200mm de espesor, en el zócalo de la fachada tipo 1, dando continuidad al aislamiento desde debajo de la solera.
- 21_ Rodapie perimetral de aproximadamente 120-150mm.
- 22_ Solera de hormigón armado HA-25 de 200mm de espesor. Acabado superficial / pavimento de hormigón pulido. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 23_ Aislamiento de poliestireno extruido de 200mm de espesor bajo la solera de hormigón.
- 24_ Hormigón de limpieza HM-20 de 100mm de espesor.
- 25_ Lámina de polietileno.
- 26_ Capa de enchado de grava de 200mm de espesor.
- 27_ Vienteaguas de PVC color grafito.
- 28_ Pieza de prolongación de marco de la carpintería de PVC.
- 29_ Carpintería de PVC, perfilera softline82 de VEKA, con aislamiento multicámara, color gris grafito, triple acristalamiento con doble cámara de gas argón. LÍNEA DE HERMETICIDAD.
- 30_ Pilar de madera laminada GL24. Sección 140x200mm
- 31_ Estructura secundaria de madera para anclaje de la carpintería.
- 32_ Sumidero sifónico de cubierta.

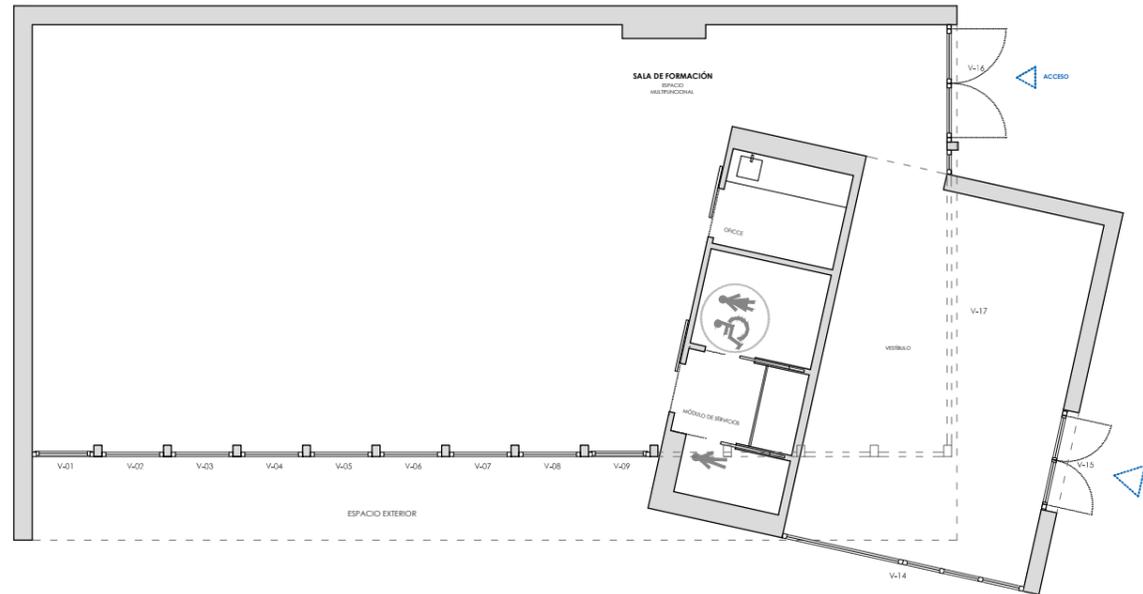
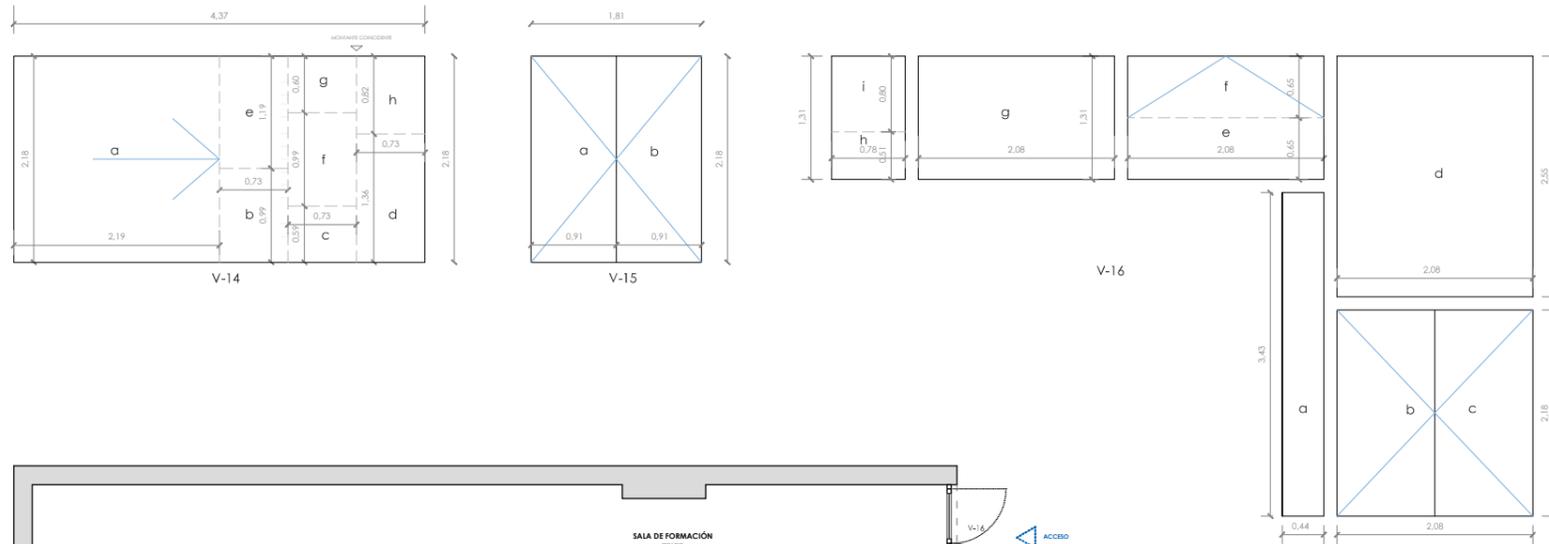
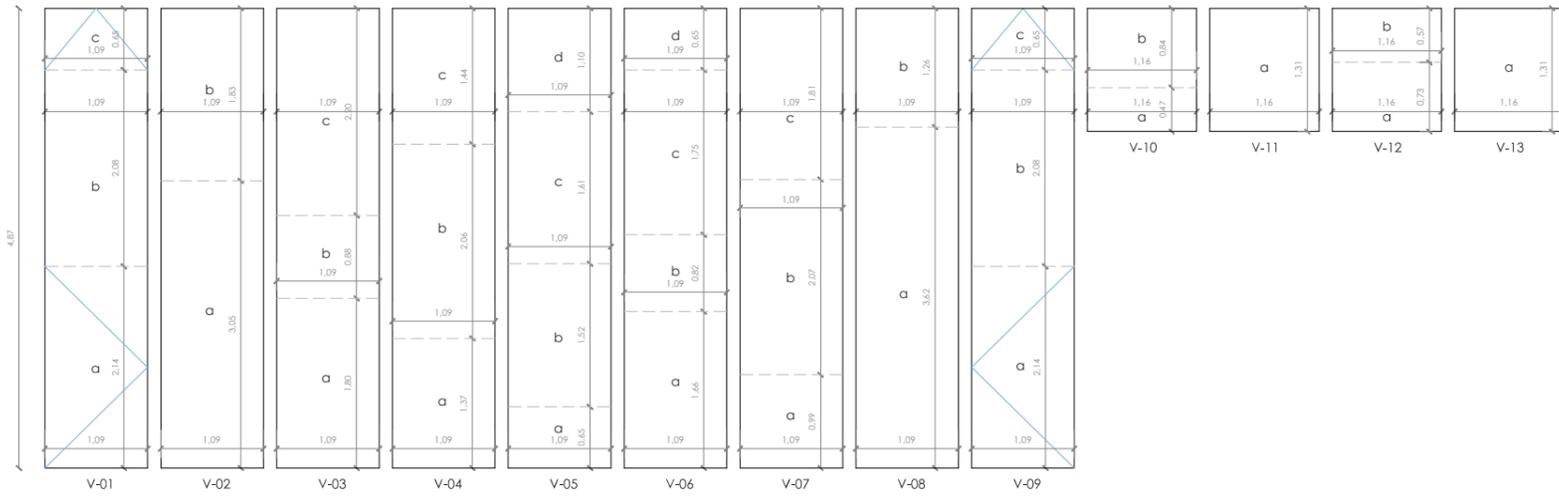
NOTA:
 La LÍNEA DE HERMETICIDAD será continua mediante el encintado con cinta adhesiva acrílica modificada con incrustaciones de hilo de papel de fibra sintética o similar donde existan discontinuidades.



DETALLE CARPINTERÍA
 EN PLANTA

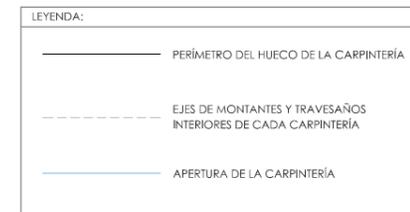


avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VER
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018 ESCALA : 1/35
	PLANO	CONSTRUCCIÓN	NÚMERO C-02
SECCIÓN CONSTRUCTIVA TRANSVERSAL B-B'		PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU	



TIPO	V-01
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS PRACTICABLES + HOJA FIJA. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-02
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-03
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-04
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-05
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-06
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-07
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-08
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-09
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS PRACTICABLES + HOJA FIJA.
TIPO	V-10
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-11
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJA FIJA. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-12
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-13
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJA FIJA. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
NOTA 1:	FACHADA PRINCIPAL SUR CON UNOS VIDRIOS CERTIFICADOS PASSIVHAUS CON $g < 0,620$ Y $U_g < 0,620$.
NOTA 2:	RESTO DE FACHADAS CON UNOS VIDRIOS CERTIFICADOS PASSIVHAUS CON $g < 0,500$ Y $U_g < 0,500$.
NOTA 3:	LA FACHADA PRINCIPAL SUR DEBE LLEVAR UN SISTEMA DE CONTROL SOLAR MEDIANTE ESTORES EXTERIORES. (NO INCLUIDO EN EL PROYECTO)
NOTA 4:	1.- Se empleará en la carpintería exterior la periferia softline 82 de VEKA en todas las carpinterías a excepción de la V-09. Cualquier modificación se consensará en obra con la D.F. por implicar una modificación del acondicionamiento térmico y acústico de los espacios. 2.- En la totalidad de los acristalamientos se cumplirá la normativa vigente respecto a seguridad y aislamiento térmico y acústico según se indica en el CTE. (DB-SUA Y DB-HRI). Se emplearán triples acristalamientos, con doble cámara de 16mm de gas argón y teniendo en cuenta la reverberación de los vidrios.

TIPO	V-14
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJA ELEVABLE PARALELA + HOJAS FIJAS. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-15
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	PUERTA: DOS HOJAS PRACTICABLES. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
TIPO	V-16
UNIDADES	1 Unidad
ACABADO	CARPINTERÍA PVC(AISLAM. MULTICÁMARA) - COLOR GRIS GRAFITO
OBSERVACIONES	VENTANA: HOJAS FIJAS + HOJA ABATIBLE. PUERTA: DOS HOJAS PRACTICABLES. ACRISTALAMIENTO SEGÚN SE INDICA EN LAS NOTAS.
NOTA 1:	FACHADA PRINCIPAL SUR CON UNOS VIDRIOS CERTIFICADOS PASSIVHAUS CON $g < 0,620$ Y $U_g < 0,620$.
NOTA 2:	RESTO DE FACHADAS CON UNOS VIDRIOS CERTIFICADOS PASSIVHAUS CON $g < 0,500$ Y $U_g < 0,500$.
NOTA 3:	LA FACHADA PRINCIPAL SUR DEBE LLEVAR UN SISTEMA DE CONTROL SOLAR MEDIANTE ESTORES EXTERIORES. (NO INCLUIDO EN EL PROYECTO)
NOTA 4:	1.- Se empleará en la carpintería exterior la periferia softline 82 de VEKA en todas las carpinterías a excepción de la V-09. Cualquier modificación se consensará en obra con la D.F. por implicar una modificación del acondicionamiento térmico y acústico de los espacios. 2.- En la totalidad de los acristalamientos se cumplirá la normativa vigente respecto a seguridad y aislamiento térmico y acústico según se indica en el CTE. (DB-SUA Y DB-HRI). Se emplearán triples acristalamientos, con doble cámara de 16mm de gas argón y teniendo en cuenta la reverberación de los vidrios.



avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR, BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO:
BU-15053VEK

ENERO 2018

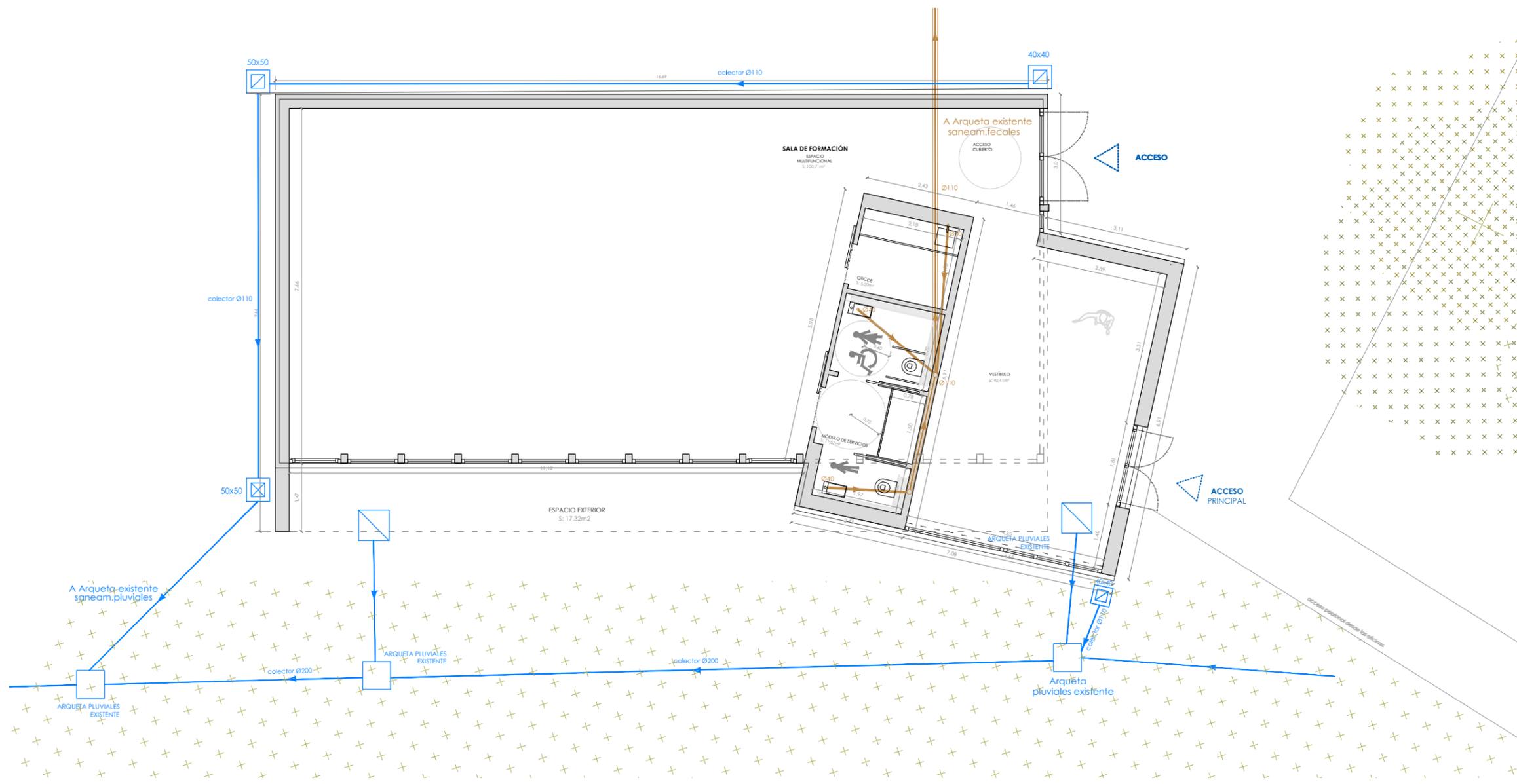
ESCALA: 1/75

CONSTRUCCIÓN

CARPINTERÍA

NÚMERO

C-03



LEYENDA SANEAMIENTO		NOTAS
	Derivación desagües.	AGUAS FECALES
	Desagüe con sifón.	
	Sumidero sifónico.	
	Bajante de P.V.C (Saneamiento).	
	Derivación.	
	Bote sifónico.	
	Arqueta.	
	Pozo de acometida.	
	Sumidero sifónico.	AGUAS PLUVIALES
	Derivación.	
	Bajante de P.V.C (Pluvial).	
	Arqueta.	
	Pozo de acometida.	

DIÁMETRO MÍNIMO DE SIFÓN Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL		
APARATO	DIÁMETRO	
DU DUCHA	Ø 40 mm	
LA LAVABO	Ø 40mm	
IN INODORO	Ø 110 mm	
BI BIDET	Ø 40 mm	
FR FREGADERO	Ø 40 mm	
LJ LAVAPLATOS	Ø 40mm	
LV LAVADORA	Ø 40 mm	
BAJANTES CUBIERTAS	Ø 90 mm	
DESAGÜE TERRAZAS	Ø 60 mm	

NOTAS

- Estos planos se conforman a partir de una estimación del entorno. Es necesario comprobar en obra la posición y características de la red general y de acuerdo a ello decidir cuál es la solución óptima para la conexión de la red, ajustando las cotas de desagüe, pudiendo existir cambios respecto a este diseño.
- Las bajantes verticales, tendrán características acústicas, aunque se encuentren dentro del falso techo o de patinillos, evitando ruidos y mejorando confort.



avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO:
BU-15053VEK

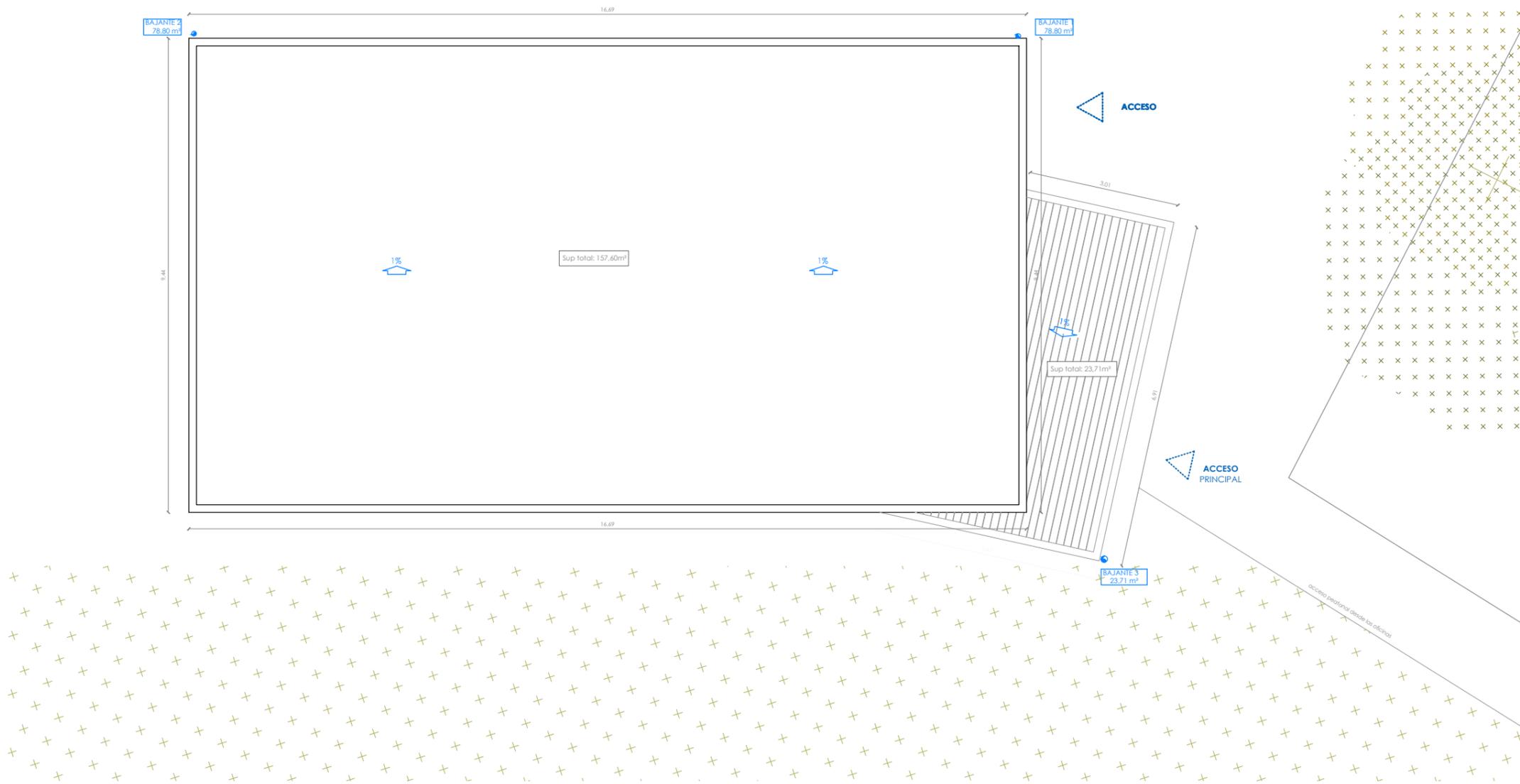
ENERO 2018

INSTALACIONES

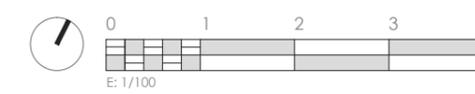
SANEAMIENTO_PLANTA BAJA

ESCALA :
1/100

NÚMERO
IS-01



LEYENDA SANEAMIENTO		NOTAS
	Derivación desagües.	AGUAS FECALES
	Desagüe con sifón.	
	Sumidero sifónico.	
	Bajante de P.V.C (Saneamiento).	
	Derivación.	
	Bote sifónico.	
	Arqueta.	
	Pozo de acometida.	
	Sumidero sifónico.	AGUAS PLUVIALES
	Derivación.	
	Bajante de P.V.C (Pluvial).	
	Arqueta.	
	Pozo de acometida.	



DIÁMETRO MÍNIMO DE SIFÓN Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL		
APARATO	DIÁMETRO	
DU DUCHA	Ø 40 mm	
LA LAVABO	Ø 40mm	
IN INODORO	Ø 110 mm	
BI BIDET	Ø 40 mm	
FR FREGADERO	Ø 40 mm	
LJ LAVAPLATOS	Ø 40mm	
LV LAVADORA	Ø 40 mm	
BAJANTES CUBIERTAS	Ø 90 mm	
DESAGÜE TERRAZAS	Ø 60 mm	

NOTAS

- Estos planos se conforman a partir de una estimación del entorno. Es necesario comprobar en obra la posición y características de la red general y de acuerdo a ello decidir cuál es la solución óptima para la conexión de la red, ajustando las cotas de desagüe, pudiendo existir cambios respecto a este diseño.
- Las bajantes verticales, tendrán características acústicas, aunque se encuentren dentro del falso techo o de patinillos, evitando ruidos y mejorando confort.

avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO:
BU-15053VEK

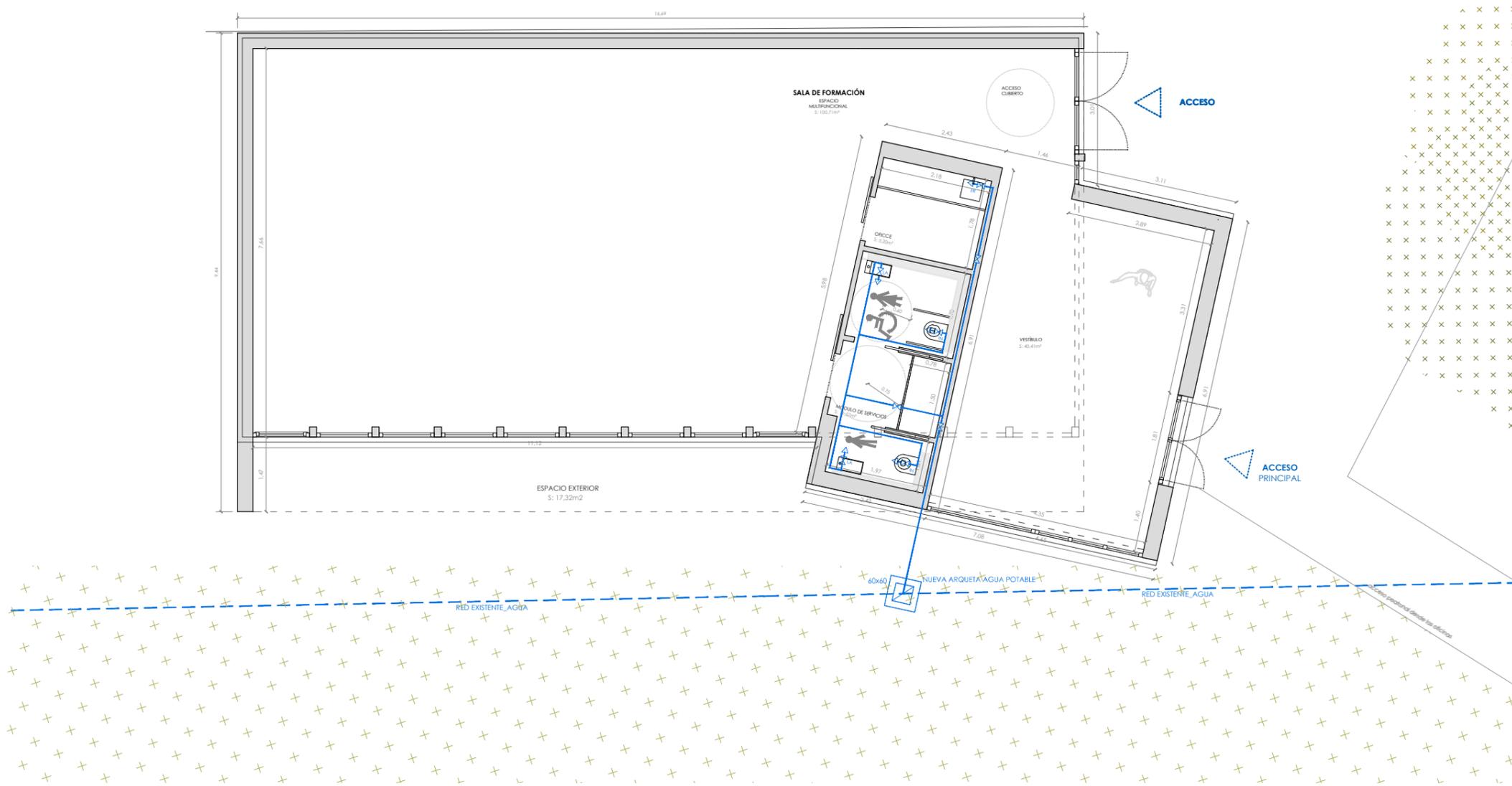
ENERO 2018

INSTALACIONES

SANEAMIENTO_PLANTA CUBIERTA

ESCALA :
1/100

NÚMERO
IS-02



LEYENDA FONTANERÍA	NOTAS	
	Red existente.	
	Arqueta de conexión	Acometida a la red existente
	Tubería de distribución de AFS.	Polipropileno serie 3.2 UNE 53-380-90/2 aislada con coquilla elastomérica de 10 mm.
	Válvula de corte colocada AFS.	
	Conexión aparato sanitario _ Grifo colocado.	
	Codo con vuelta hacia abajo.	
	Codo con vuelta hacia arriba.	
	Llave antiretorno.	
	Grifo de comprobación.	
	Grifo de limpieza/ exterior.	

ACOMETIDAS A APARATOS			
	APARATO	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
BÑ	BAÑERA	Ø20x1,9 mm	Ø20x1,9 mm
DU	DUCHA	Ø16x1,8 mm	Ø16x1,8 mm
LA	LAVABO	Ø16x1,8 mm	Ø16x1,8 mm
BI	BIDET	Ø16x1,8 mm	Ø16x1,8 mm
IN	INODORO	Ø16x1,8 mm	-
FR	FREGADERO	Ø16x1,8 mm	Ø16x1,8 mm
LJ	LAVAVAJILLAS	Ø20x1,9 mm	-
LV	LAVADORA	Ø20x1,9 mm	-

NOTAS	
1.- El material de los montantes y de la red de distribución desde los contadores divisionarios hasta los suministros finales será cobre según UNE-EN 1057.	5.- La tubería empotrada irá protegida con tubo de PVC flexible azul (agua fría) y rojo (agua caliente).
2.- Tuberías de polietileno reticulado (apto para prueba de presión 20 mm c.c.a.) para la distribución por falso techo en el edificio y en la instalación interior de cada local húmedo.	6.- La coquilla de espuma elastomérica cumplirá con las especificaciones M-1 de la normativa de incendios.
3.- La distribución de tuberías será horizontal, discutiendo por falso techo en las dependencias que dispongan del mismo, y por rozal en muro a una altura del suelo superior a 2,10 m en los que no dispongan de falso techo.	7.- Todas las acometidas a aparatos llevarán llave de regulación oculta.
4.- La tubería de agua fría sanitaria llevará aislamiento anticondensación mediante espuma elastomérica de 10 mm espesor.	8.- La velocidad del agua se ha limitado a 1,5m/s.



avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR, BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO:
BU-15053VEK

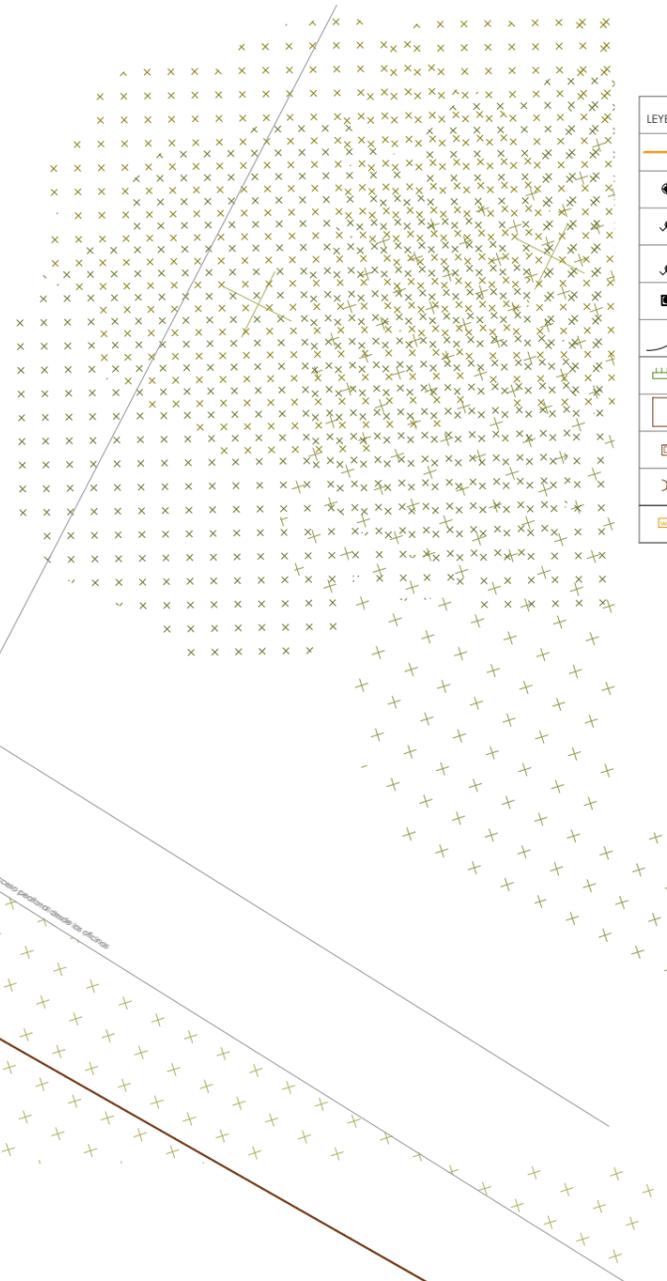
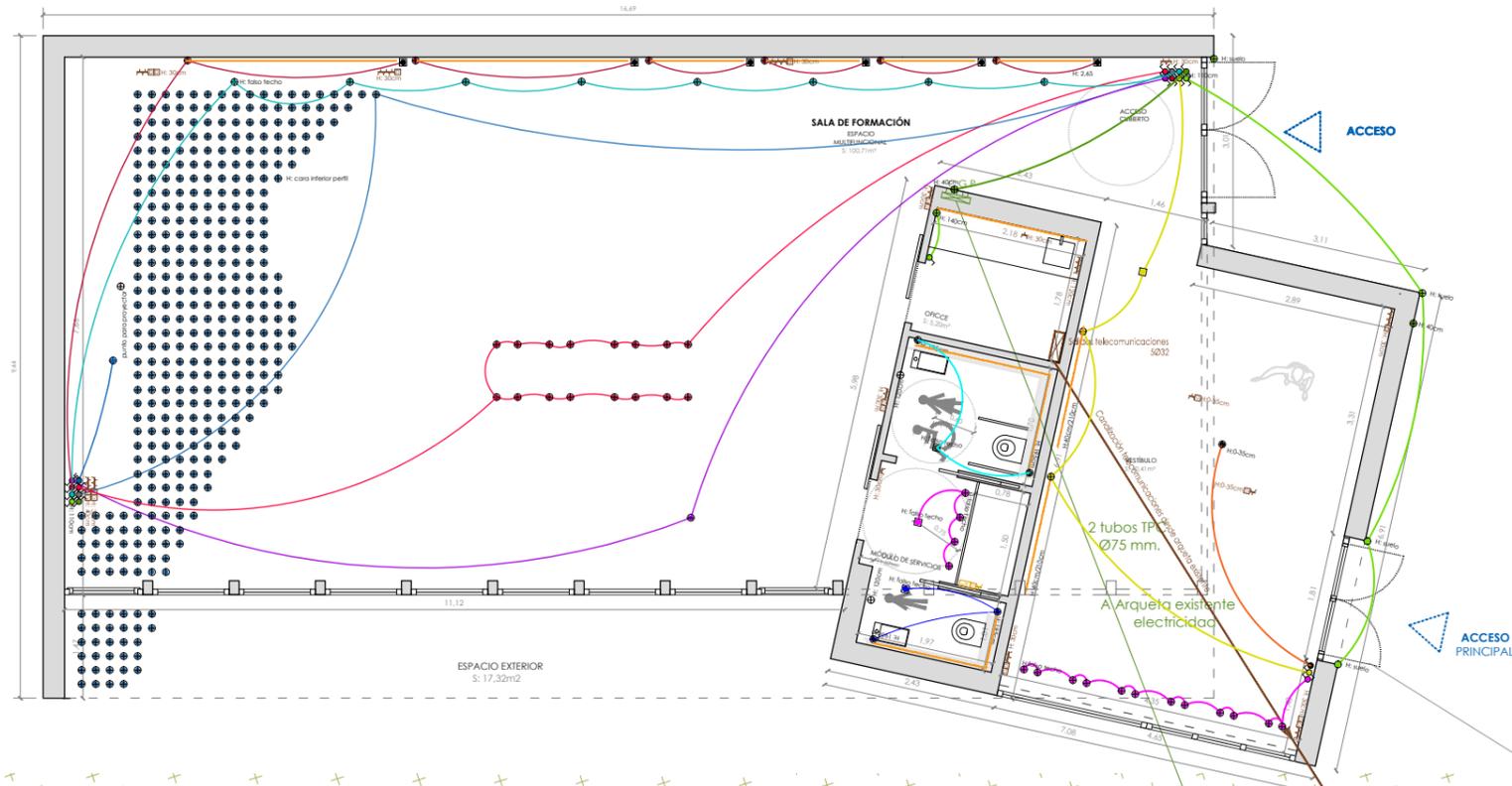
ENERO 2018

INSTALACIONES

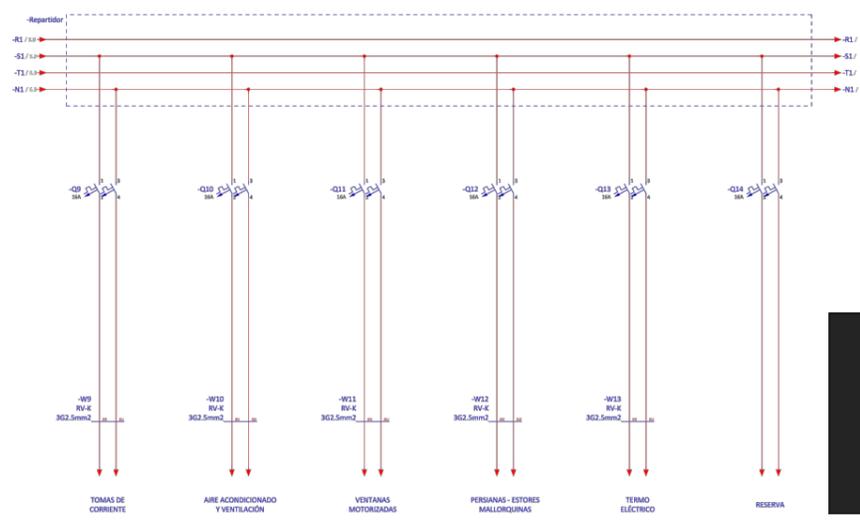
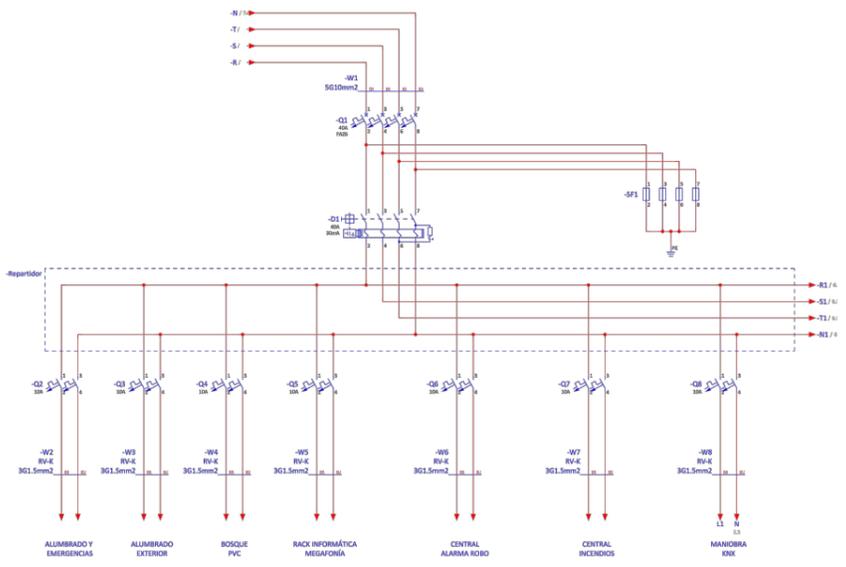
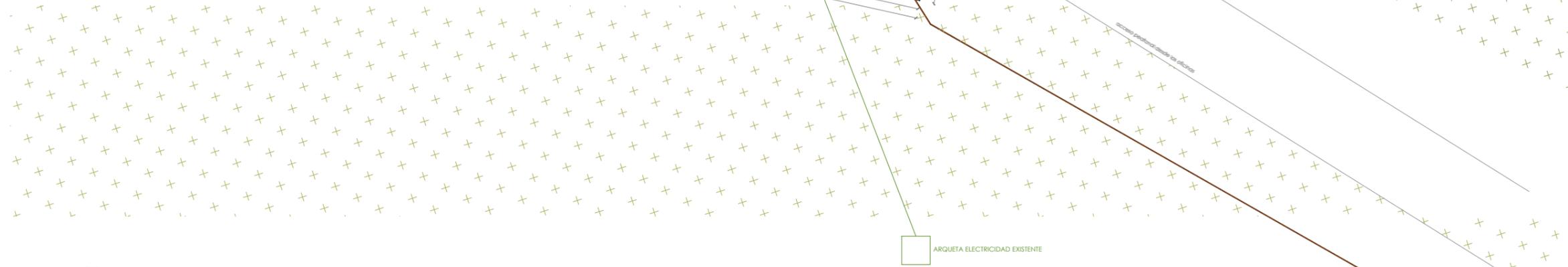
FONTANERÍA

ESCALA :
1/100

NÚMERO
IF-01



LEYENDA ELECTRICIDAD Y FUERZA	NOTAS
Tira de iluminación LED	
Punto de luz	
Interruptor simple.	
Interruptor conmutado.	
Detector de presencia	
Circuito eléctrico	
Cuadro general de mando y protección. (Interruptor general automático SI)	
Arqueta	
Dimmer	Regulación intensidad de la luz
Tomas eléctricas	
Toma de WIFI	



avantia

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

EDIFICIO VEKA
CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS

PLANO

PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU

COD. PROYECTO:
BU-15053VEK

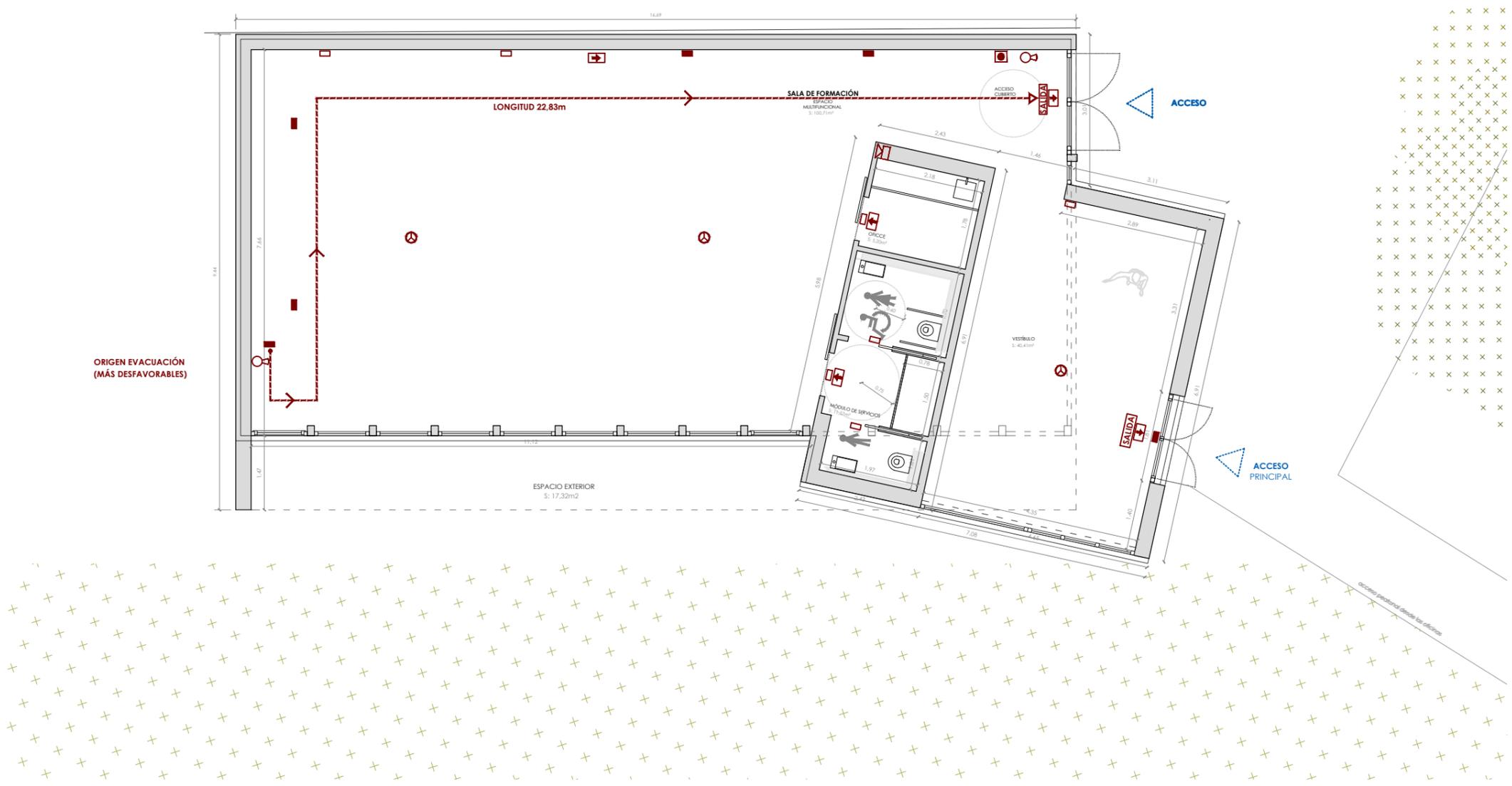
ENERO 2018

1/100

INSTALACIONES

IE-01

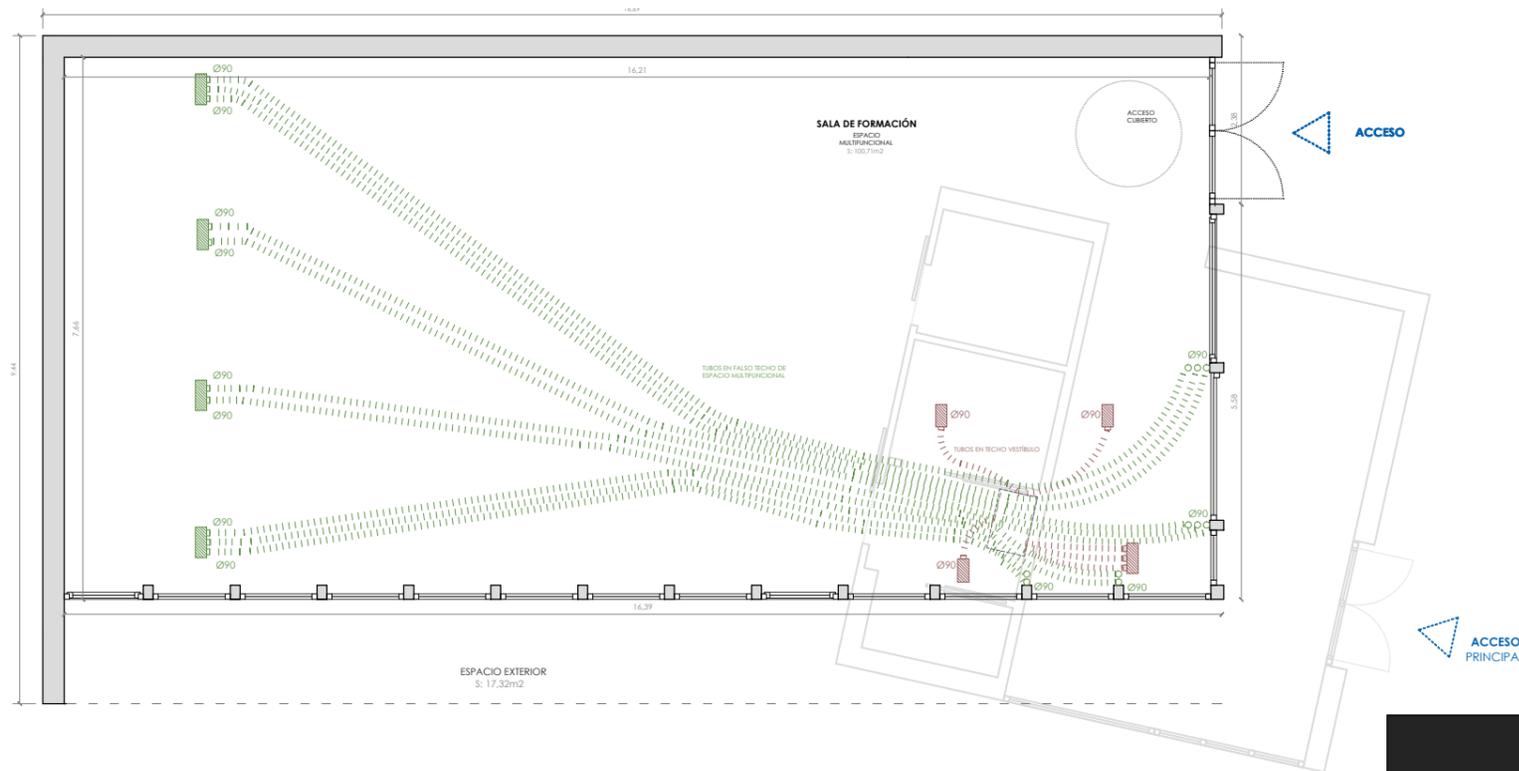
LEYENDA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		NOTAS
	Alumbrado de emergencias	
	Señalización de dirección de evacuación	
	Señalización de salida	
	Extintor portátil de polvo seco en superficie	
	Detector de humo	
	Pulsador manual	
	Alarma de incendios	
	Recorrido de evacuación	
	Dirección de evacuación	
	Salida de evacuación	
	Origen de evacuación	



avantia	PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
	EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
	PLANO	INSTALACIONES	ESCALA : 1/100
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	NÚMERO II-01



LEYENDA VENTILACIÓN		NOTAS
	Abertura de impulsión	VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA
	Abertura de extracción	
	Abertura de paso	
	Conducto de impulsión	Distribución por falso techo
	Conducto de extracción	Distribución por falso techo
	Conducto de extracción	Distribución por falso techo
	Conducto de admisión	Distribución por falso techo
	Conducto de expulsión	Distribución por falso techo
	Unidad de Recuperador de Calor + Silenciador	Recuperador CASO LUXE modelo IZQUIERDAS de la marca ZENDEK



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN		COD. PROYECTO: BU-15053VEK
EDIFICIO VEKA CALLE LÓPEZ BRAVO, Nº 58 - POLÍGONO DE VILLALONQUEJAR. BURGOS		ENERO 2018
PLANO	INSTALACIONES	ESCALA : 1/100
PROPIEDAD VEKAPLAST IBÉRICA SAU		VENTILACIÓN IV-01

14.3. Anexo de carpinterías

➤ **Softline 82**

SOFTLINE 82

„Nuestra Casa
ahorra...
tanta Energía”

Sistema
certificado
para casa
pasiva

VEKA Sistemas de Ventanas de PVC

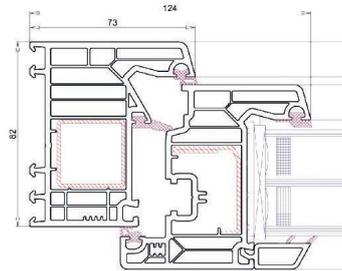
CON V
DE VOSOTROS

Diseño Elegante para un mejor rendimiento térmico



SOFTLINE 82

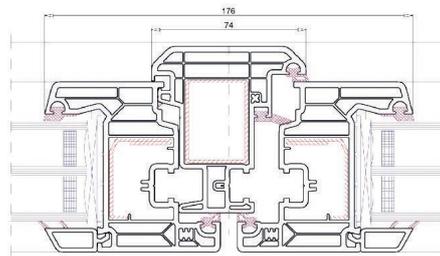
Sección Lateral



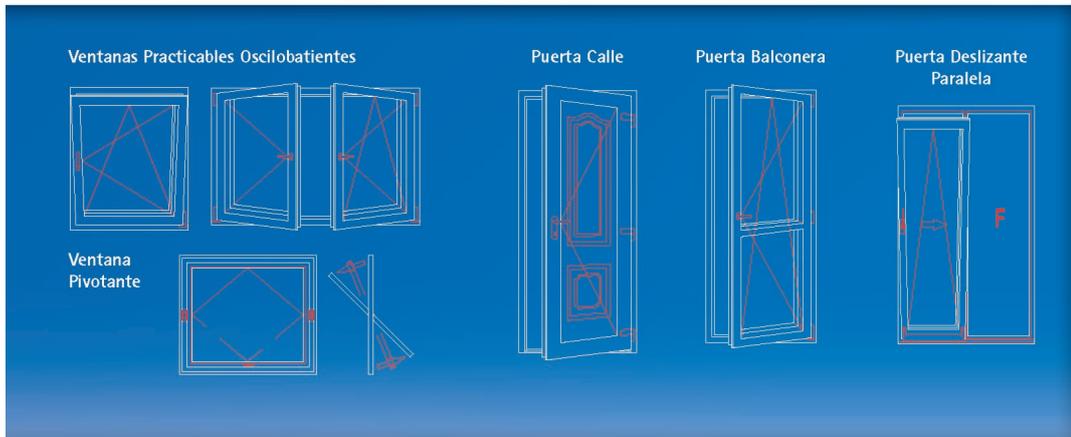
El constante aumento del coste de la climatización (frío/calor) requiere soluciones de ahorro energético. Las modernas ventanas de PVC fabricadas con el sistema de perfiles VEKA SOFTLINE 82 optimizan el balance energético de cada edificio, ofreciendo al mismo tiempo un mayor confort en la vivienda.

Gracias a la técnica de aislamiento multicámara con 7/6 cámaras en marco/hoja, los 82 mm de profundidad y la alta efectividad del sistema de juntas, se reduce considerablemente la demanda energética en los hogares garantizando un ambiente agradable en cada época del año.

Sección Central



Con espesores de paredes exteriores Clase A de acuerdo a la más alta calidad según Norma UNE-EN 12608, SOFTLINE 82 combina un excelente ahorro energético con extrema durabilidad y seguridad. Ya sea en construcciones modernas o en renovación, el diseño atemporal de SOFTLINE 82, se adapta a cualquier estilo arquitectónico, manteniendo la incuestionable calidad que diferencia los perfiles VEKA.



EL INNOVADOR sistema de perfiles VEKA

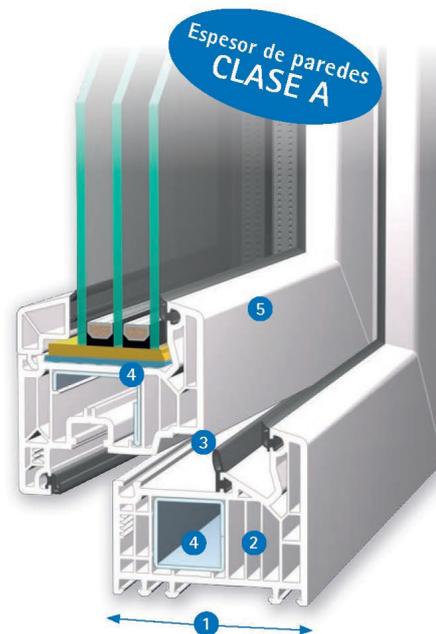
para las necesidades del FUTURO

SOFTLINE 82, combina una elegante línea estética, con una eficiencia óptima incluso en elementos de gran tamaño.

Gracias a la alta estabilidad intrínseca del sistema y a sus elevadas propiedades de aislamiento, se adapta a la arquitectura moderna y a los proyectos de construcción de hoy en día, solicitantes habituales de grandes superficies de acristalamiento, sin perder las más altas prestaciones de eficiencia energética.

Máxima libertad creativa en cuanto a formas y colores.

- 1 Gracias a los 82 mm de profundidad, el sistema se utiliza de modo estándar para la nueva construcción y la renovación.
- 2 Excelente aislante térmico como resultado de la innovadora geometría multicámara que permite valores de ahorro energético hasta $U_w = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$. Sistema versátil, que permite ofrecer soluciones de doble y triple junta.
- 3 El eficiente sistema de estaqueidad de triple junta, aporta el máximo aislamiento frente al ruido, frío-calor y humedad, con un inmejorable comportamiento tanto en zonas climáticas calidad como frías.
- 4 Refuerzos de acero diseñados adecuadamente para el buen funcionamiento de la ventana. Posibilidad de mismo refuerzo en marco y hoja.
- 5 El diseño clásico con líneas elegantes y formas ligeramente redondeadas armoniza perfectamente a cualquier estilo arquitectónico.





Excepcional AMBIENTE y CONFORT en su vivienda



Lograr hogares confortables y reducir las facturas de energía, ahora es posible. El innovador sistema multicámara del perfil con 7/6 cámaras en marco/hoja, asegura un coeficiente de

transmisión térmica muy bajo, reduciendo el consumo de energía o lo que es lo mismo, ahorrando calefacción y aire acondicionado.

Además el adecuado sistema de juntas, evita la entrada de corrientes de aire, frío y calor.

Más SEGURIDAD



Las distintas ubicaciones de cada ventana, implican diferentes exigencias de seguridad, fácilmente conseguibles con los sistemas de perfiles **VEKA** y una adecuada combinación de herrajes, vidrios y manillas.

Además, la robustez y espesor de los perfiles utilizados en la fabricación de SOFTLINE 82 les cataloga como clase A según Norma UNE-EN 12608, cumpliendo así los más altos estándares de calidad, y consiguiendo alargar y mejorar el funcionamiento de la ventana durante toda su vida útil.



Variedad de colores

Amplitud de colores y diseños para ventanas y puertas. Con más de 40 colores, incluyendo tonalidades lisas o metálicas y maderas con acabado superficial liso o texturado, ofreciendo soluciones individuales para cada gusto y tipo de hogar.

Mínimo mantenimiento



Los sistemas de perfiles **VEKA** requieren un mínimo mantenimiento, tan sólo agua y jabón.

La alta calidad del PVC utilizado en su fabricación, lo hace especialmente resistente frente a los agentes externos como radiación solar, humedad, corrosión, insectos, contaminación ambiental, etc.

Sus nuevas ventanas, serán una inversión que aumentará el valor de su propiedad. Disfrute de sus ventanas durante muchos años y olvídense de costosos mantenimientos.

Sostenibilidad



El cuidado medioambiental es nuestra prioridad. Los perfiles de PVC **VEKA** son 100% reciclables y nuestros procesos de producción respetuosos con el medioambiente.

Además disponemos de plantas de reciclaje propias con capacidad de reciclar hasta 30 toneladas de ventanas por hora.

Así sus nuevas ventanas, serán una inversión de futuro que no sólo le ahorrarán costes en sus facturas, sino que además contribuirán a conservar el medioambiente al reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.



El futuro en el ahorro de energía.

SOFTLINE 82 cumple todas las exigencias de seguridad y aislamiento térmico. Sus excelentes propiedades aislantes y especial diseño están en línea con las actuales exigencias europeas, marcando así el camino hacia la sostenibilidad y el consumo eficiente de energía.

Y gracias a la incuestionable calidad de VEKA, con espesores de paredes exteriores **Clase A**, el sistema SOFTLINE 82 proporciona una especial estabilidad, incluso para elementos de grandes dimensiones con altos requerimientos energéticos.

Con valores de transmitancia de hasta $U_w = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ con triple acristalamiento, cumple así tanto las exigencias de **viviendas de bajo consumo** ($U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$), como las de **casas pasivas** en climas fríos ($U_w = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$).



VEKA dispone además de un sistema certificado por Passivhaus Institut para la climatología de la Península Ibérica, catalogada como clima cálido-templado, con clasificación B: SOFTLINE 82 Passiv.



Beneficios técnicos del SISTEMA

- ✓ Versatilidad del sistema, ofreciendo soluciones de doble y triple junta, pudiendo así mejorar térmicamente el elemento y facilitando la fabricación, por ejemplo, en el caso de elementos fijos.
- ✓ Diseño del batiente de 40 mm de ancho, que permite una sección central de líneas más esbeltas, a la vez que aumenta el área acristalada y por lo tanto la entrada de luz.
- ✓ Sistema de triple junta de alta calidad con junta central en el marco. Protección frente al ruido, frío-calor, humedad y corrientes de aire.
- ✓ Permite triple acristalamiento de 24 a 52 mm.
- ✓ Pestaña de acristalamiento de 25 mm, que mejora la protección del perfil sobre el intercalario del vidrio reduciendo el efecto de borde y aumentando el aislamiento térmico.

Ensayos

	ENSAYO	DIMENSIONES	CLASE
PERMEABILIDAD al aire (UNE EN 1026:2000)	TECNALIA 049061-002	1230 x 1480 mm (2 hojas)	4*
ESTANQUIDAD al agua (UNE EN 1027:2000)			E900*
RESISTENCIA al viento (UNE EN 12211:2000)			C5*

* Clasificaciones por encima de la norma.

Determinación del coeficiente de transmitancia térmica

SISTEMA SOFTLINE 82	$U_t = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
ENSAYO	ROSENHEIM 10-001675-PR02

VENTANA SOFTLINE 82	UNE-EN ISO 10077-1	
DIMENSIONES	VIDRIO	VENTANA
1230 x 1480 mm	$U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$U_g = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

Análisis comparativo de materiales de cerramientos

Transmitancia térmica U

Material	U (W/m ² K)	
PVC VEKA (7 cámaras) ¹	1,0	Las ventanas de PVC VEKA aíslan el triple que las de aluminio RPT
PVC VEKA (5 cámaras) ²	1,3	
PVC (3 cámaras)	2,0	
Madera	2,0 - 2,2	
Aluminio RPT 12 mm	3,2	
Aluminio RPT 4 mm	4,0	
Aluminio	5,7	

Fuente: UNE EN ISO 10077-1⁽¹⁾ Fuente: Rosenheim 10-001675-PR02 . ⁽²⁾Fuente: ROSENHEIM 402 28226/1.

Propiedades del PVC VEKA

COMPORTAMIENTO AL FUEGO: Según la norma UNE EN 13501-1:2002, el PVC VEKA tiene la clasificación B; S3; d0, (Ensayo LNE G090576). La norma anterior UNE 23727 lo califica como M1, material difícilmente inflamable (Ensayo CIDEMCO 3787).

RESISTENCIA QUÍMICA: Alta resistencia y durabilidad frente a salinidad, radiación ultravioleta, polución ambiental y lluvia ácida.

VIDA ÚTIL: Las ventanas con perfiles de PVC VEKA tienen una muy larga vida útil, según ensayos de envejecimiento acelerado.

VEKAPLAST Ibérica SAU
Pol. Ind. Villalonquénjar • C/ López Bravo, 58 • 09001 BURGOS (España)
Tel. 947 47 30 20 • Fax 947 47 30 21 • www.veka.es • www.veka.pt



Sistemas de Ventanas de PVC
CON V
DE VOSOTROS

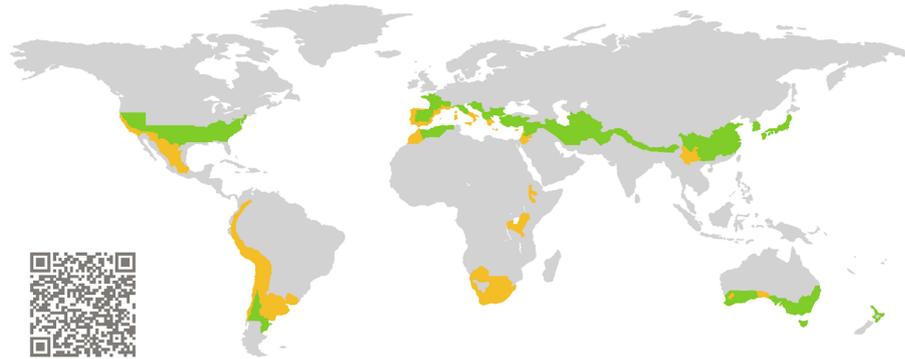
➤ **Certificado de componente pasivo de las carpinterías Softline 82**

CERTIFICATE

Certified Passive House Component

Component-ID 0841wi04 valid until 31st December 2016

Passive House Institute
Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
Germany

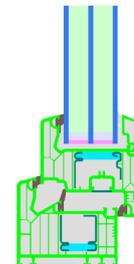


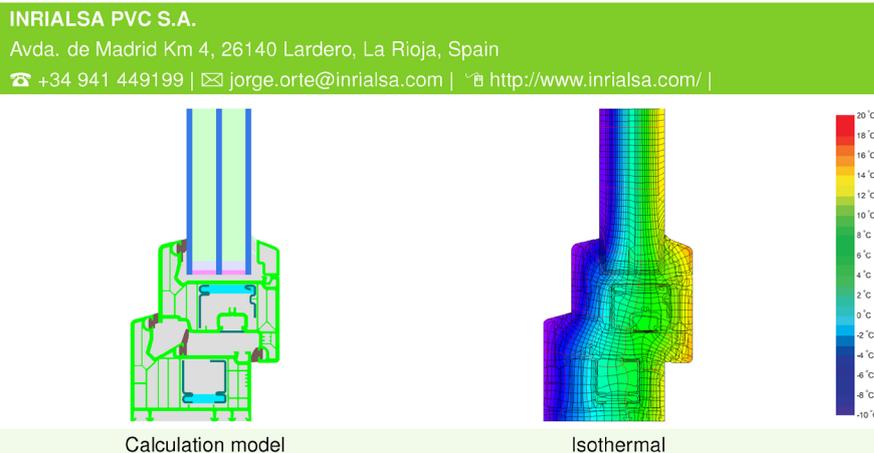
Category: **Window frame**
 Manufacturer: **INRIALSA PVC S.A.,
Lardero, La Rioja,
Spain**
 Product name: **Window Ecoven Plus + by INRIALSA**

**This certificate was awarded based on the following
criteria for the warm, temperate climate zone**

Comfort $U_W = 1.00 \leq 1.00 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 $U_{W, \text{ installed}} \leq 1.05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 mit $U_g = 0.90 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

Hygiene $f_{Rsi=0.25} \geq 0.65$





Description

PVC frame with thermally broken and insulated (0.035 W/(mK) reinforcements. Pane thickness: 44 mm (4/16/4/16/4), rebate depth: 28 mm, spacer: SWISSPACER Ultimate with polysulfide secondary seal.

Explanation

The window U-values were calculated for the test window size of 1.23 m × 1.48 m with $U_g = 0.70 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. If a higher quality glazing is used, the window U-values will improve as follows:

Glazing	$U_g =$	0.90	0.64	0.58	0.53	W/(m ² K)
		↓	↓	↓	↓	
Window	$U_w =$	1.00	0.83	0.79	0.76	W/(m ² K)

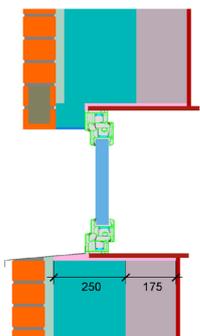
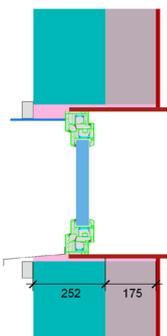
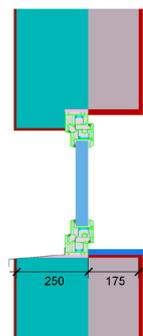
Transparent building components are classified into efficiency classes depending on the heat losses through the opaque part. The frame U-Values, frame widths, thermal bridges at the glazing edge, and the glazing edge lengths are included in these heat losses. A more detailed report of the calculations performed in the context of certification is available from the manufacturer.

The Passive House Institute has defined international component criteria for seven climate zones. In principle, components which have been certified for climate zones with higher requirements may also be used in climates with less stringent requirements. In certain circumstances, in a particular climate zone it may make sense to use a component of a higher thermal quality which has been certified for a climate zone with more stringent requirements.

Further information relating to certification can be found on www.passivehouse.com and passipedia.org.

Frame values		Frame width b_f mm	U -value frame U_f W/(m K)	Ψ -glass edge Ψ_g W/(m ² K)	Temp. Factor $f_{RSI=0.25}$ [-]
Top		124	1.03	0.024	0.71
Left		124	1.03	0.024	0.71
Right		124	1.03	0.024	0.71
Bottom		124	1.03	0.024	0.71
Flying mullion		176	1.04	0.022	0.71
		Spacer: SWISSPACER Ultimate		Secondary seal: Polysulfide	

Validated installations

Cavity wall		Ventilated facade		EIFS	
					
$\Psi_{i,installed}$	W/(m K)	$\Psi_{i,installed}$	W/(m K)	$\Psi_{i,installed}$	W/(m K)
Top	0.002	Top	0.013	Top	-0.002
Left	0.002	Left	0.013	Left	-0.002
Right	0.002	Right	0.013	Right	-0.002
Bottom	0.024	Bottom	0.024	Bottom	0.022
$U_{W,installed} = 1.01 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$		$U_{W,installed} = 1.04 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$		$U_{W,installed} = 1.00 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	

14.4. Anexo del ensayo Blower Door del Espacio Futura

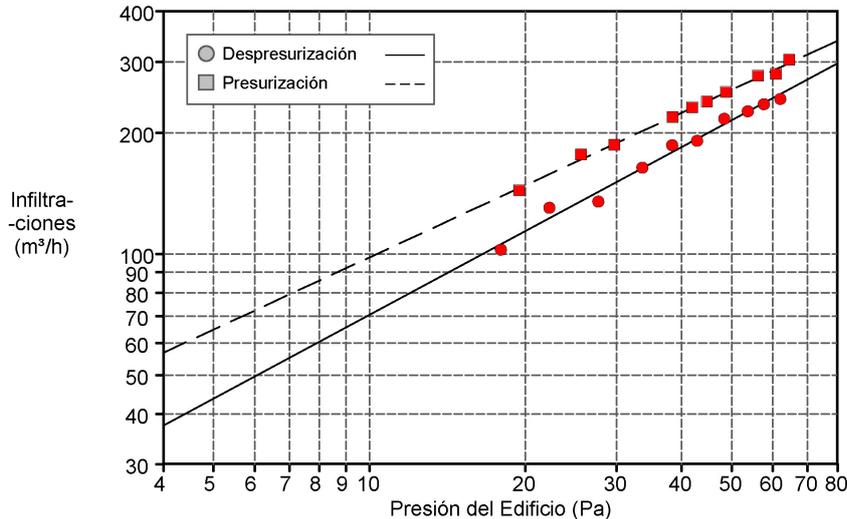


BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit

TEST DE INFILTRACIONES DEL EDIFICIO

Fecha del Test: 17/01/2018	Técnico: Pedro Arconada
Archivo de Test: Veka Showroom Burgos 17012018	Número de proyecto: 17012018
Cliente: VekaPlast Ibérica SAU Calle López Bravo 58 Pol. Ind. Villalonquéjar Burgos - Burgos Teléfono: 947 47 30 20 Fax:	Dirección del Edificio: Edificio Veka Passivhaus Calle López Bravo 58 Pol. Ind. Villalonquéjar Burgos - Burgos

	Despresurización	Presurización	Media
Resultados del test a 50 Pa:			
V50: m ³ /h Caudal de Aire	215 (+/- 3.4 %)	256 (+/- 1.4 %)	235
n50: 1/h (Tasa de Renovación de Aire)	0.34	0.40	0.37
w50: m ³ /(h·m ² Área del Suelo)	1.66	1.97	1.82
q50: m ³ /(h·m ² Área de la Envolvente)	0.34	0.41	0.38
Áreas de Infiltraciones:			
EqLA @ 10 Pa (cm ²)	78.8 (+/- 9.6 %)	109.4 (+/- 4.7 %)	94.1
cm ² /m ² Área de la Envolvente	0.13	0.18	0.15
LBL ELA @ 4 Pa (cm ²)	40.4 (+/- 15.8 %)	61.3 (+/- 7.6 %)	50.8
cm ² /m ² Área de la Envolvente	0.06	0.10	0.08
Curva de Infiltraciones del Edificio:			
Coefficiente de Caudal de Aire (Cenv) m ³ /(h·Pa ⁿ)	14.2 (+/- 25.3 %)	24.8 (+/- 12.1 %)	
Coefficiente de Infiltraciones (CL) m ³ /(h·Pa ⁿ)	14.4 (+/- 25.3 %)	24.9 (+/- 12.1 %)	
Exponente (n)	0.691 (+/- 0.069)	0.595 (+/- 0.033)	
Coefficiente de Correlación	0.99250	0.99775	
Norma del Test:	EN 13829		
Modo del Test:	Despresurización y Presurización		
Método del Test:	A		
Norma a cumplir:	EN13829		



TEST DE INFILTRACIONES DEL EDIFICIO Página 2 of 5

Fecha del Test: 17/01/2018 Archivo de Test: Veka Showroom Burgos 17012018

Información del Edificio	
Volumen (m ³)	632.55
Superficie de la Envolvente: (m ²)	623.09
Superficie Útil: (m ²)	129.50
Altura (m)	7.2
Incertidumbre de las dimensiones (%)	3
Año de Construcción	2017
Tipo de calefacción	
Tipo de aire acondicionado	
Tipo de ventilación	Ventilación de Doble Flujo Zehnder
Exposición al viento del edificio	Edificio expuesto
Tipo de viento	Ventolina

Información del equipo				
Tipo	Fabricante	Modelo	Número de Serie	Fecha de calibración
Ventilador	Energy Conservatory	Modelo 4 (230V)		-
Micromanómetro	Energy Conservatory	DG700	62293-107	11/10/2013

TEST DE INFILTRACIONES DEL EDIFICIO Página 3 of 5

Fecha del Test: 17/01/2018 Archivo de Test: Veka Showroom Burgos 17012018

Test de Despresurización 1:

Datos Climáticos					
Temperatura Interior (°C)		Temperatura Exterior (°C)		Presión Barométrica (Pa)	
16.0		9.0		101325.0	
Pre-test			Post-test		
Presión diferencial natural					
$\Delta p_{0,1-}$	$\Delta p_{0,1+}$	$\Delta p_{0,1}$	$\Delta p_{0,2-}$	$\Delta p_{0,2+}$	$\Delta p_{0,2}$
0.0	1.0	1.0	-3.4	0.0	-3.4

Puntos de Datos:

Presión Nominal del Edificio (Pa)	Presión del edificio ajustada (Pa)	Presión del Ventilador (Pa)	Caudal Nominal (m ³ /h)	Caudal Ajustado (m ³ /h)	% Error	Diafragma
1.0	No aplicable	No aplicable				
-63.3	-62.1	140.9	248	243	-2.7	Diafragma C
-58.9	-57.7	132.4	240	235	-0.8	Diafragma C
-54.9	-53.7	122.6	230	226	0.1	Diafragma C
-49.6	-48.3	113.0	221	217	3.2	Diafragma C
-44.1	-42.9	88.6	195	191	-1.1	Diafragma C
-39.6	-38.4	84.3	190	186	4.1	Diafragma C
-34.8	-33.6	65.7	167	164	0.3	Diafragma C
-28.9	-27.7	45.0	137	135	-5.6	Diafragma C
-23.5	-22.2	42.2	133	130	6.2	Diafragma C
-19.2	-17.9	26.4	104	102	-3.1	Diafragma C
-3.4	No aplicable	No aplicable				

TEST DE INFILTRACIONES DEL EDIFICIO Página 4 of 5

Fecha del Test: 17/01/2018 Archivo de Test: Veka Showroom Burgos 17012018

Test de Presurización 1:

Datos Climáticos

Temperatura Interior (°C)	Temperatura Exterior (°C)	Presión Barométrica (Pa)
17.0	9.0	101325.0

Pre-test			Presión diferencial natural			Post-test		
$\Delta p_{0,1-}$	$\Delta p_{0,1+}$	$\Delta p_{0,1}$	$\Delta p_{0,2-}$	$\Delta p_{0,2+}$	$\Delta p_{0,2}$			
0.0	2.4	2.4	-0.5	2.0	1.3			

Puntos de Datos:

Presión Nominal del Edificio (Pa)	Presión del edificio ajustada (Pa)	Presión del Ventilador (Pa)	Caudal de Aire Ajustado		% Error	Diafragma
			Nominal (m³/h)	(m³/h)		
2.4	No aplicable	No aplicable				
66.6	64.7	203.8	300	303	1.8	Diafragma C
62.8	60.9	174.0	276	280	-2.8	Diafragma C
58.1	56.2	170.2	273	276	0.9	Diafragma C
50.7	48.9	142.0	249	252	-0.2	Diafragma C
46.7	44.9	128.1	236	239	-0.4	Diafragma C
43.9	42.0	119.9	228	231	0.1	Diafragma C
40.4	38.6	108.0	216	219	-0.2	Diafragma C
31.6	29.7	79.5	184	187	-0.4	Diafragma C
27.5	25.7	71.3	174	177	2.8	Diafragma C
21.3	19.5	47.7	142	144	-1.6	Diafragma C
1.3	No aplicable	No aplicable				

TEST DE INFILTRACIONES DEL EDIFICIO Página 5 of 5

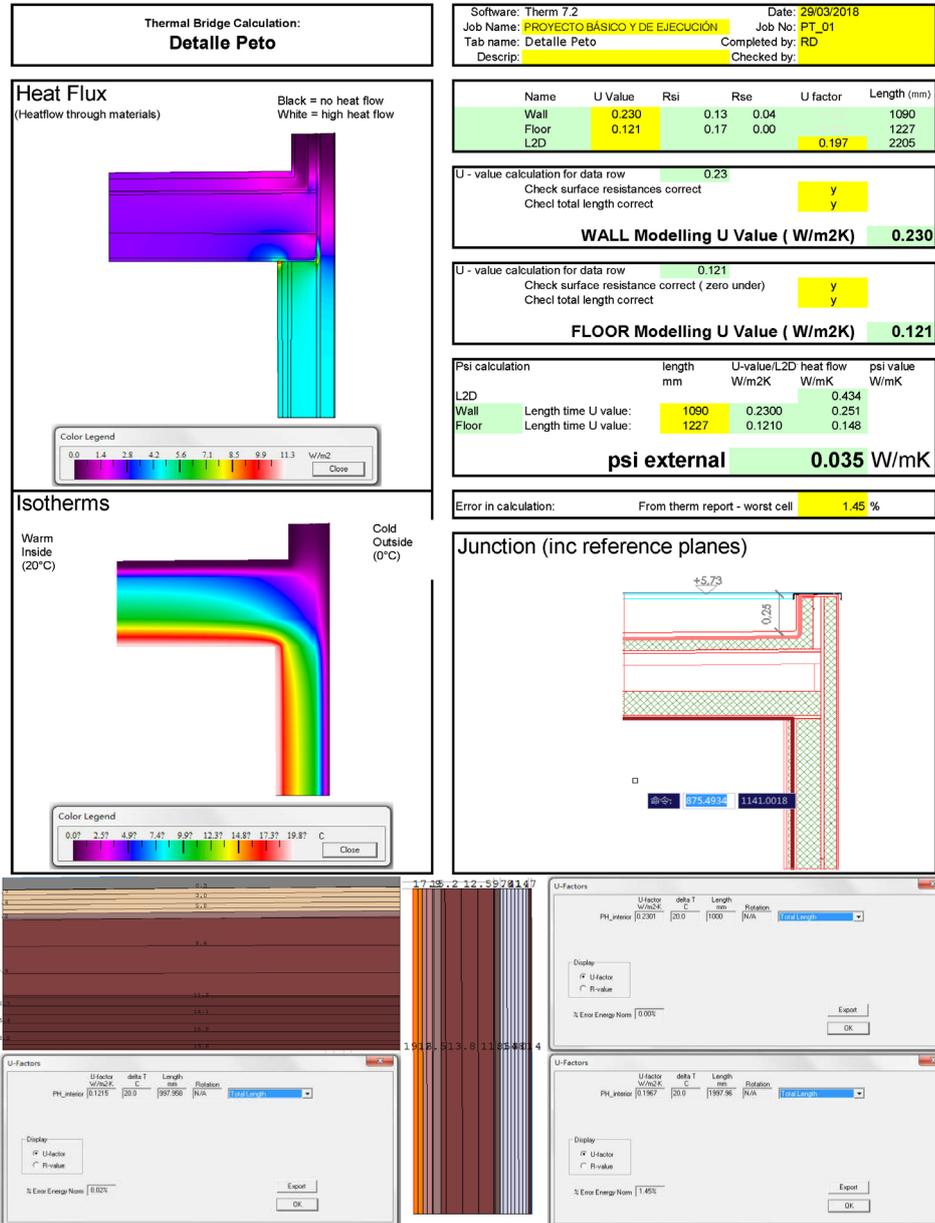
Fecha del Test: 17/01/2018 Archivo de Test: Veka Showroom Burgos 17012018

Comentarios

Prueba realizada con practicamente el edificio casi terminado.
A falta de pintura y otros remates.
Se han sellado las salidas de las 2 boquillas exteriores de la ventilación
Se ha instalado la puerta soplante en la entrada de acceso derecho que hace esquina cercana a la fábrica y calle.

14.5. Anexo de puentes térmicos

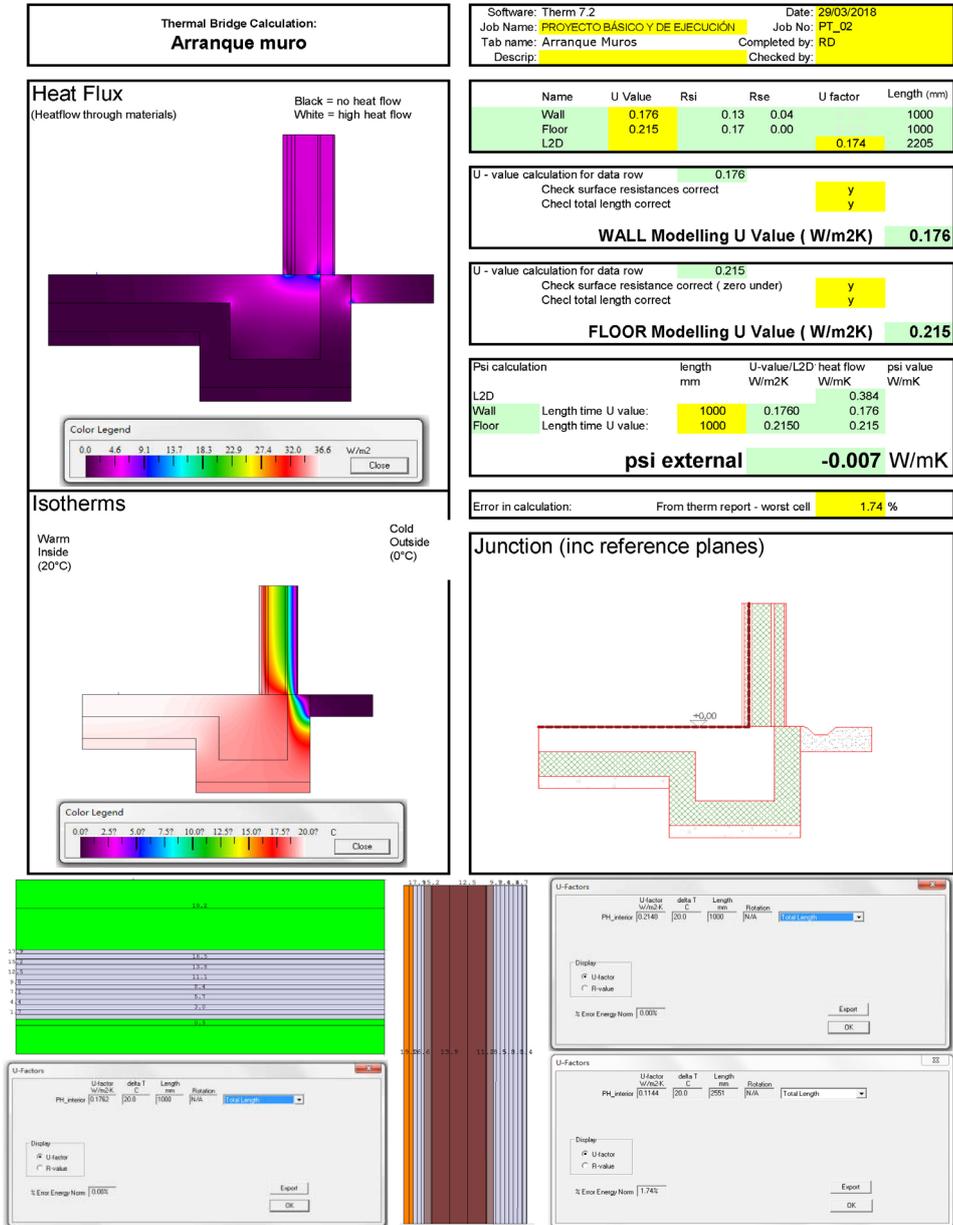
➤ Puente térmico del muro con la cubierta



U-factors			
Name	Length mm	Basis	U-factor W/m2-K
PH_interior	1997.96	Total Length	0.1967
Solid Materials			
Name		Conductivity W/m-K	Emissivity
Insulation Fiberboard*		0.05	0.90
Hardwoods (Oak, Maple)*		0.16	0.90
Particleboard, Plywood (Medium Density)*		0.17	0.90
Particleboard, Plywood (High D ensity)*		0.24	0.90
Expanded Polystyrene (EPS)*		0.04	0.90
Untitled-4a:AA Concrete		0.93	0.90
AA plasterboard		0.33	0.90
Mineral Fiber-Loose Fill (Rock , Slag, Glass)*		0.05	0.90
Extruded Polystyrene (XPS) wit h CFC and HCFC*		0.03	0.90
Cavities			
None			
Glazing Systems			
None			
Standard Boundary Conditions			
Name		Temperature C	Film Coefficient W/m2-K
Untitled-4a:Interior Horiz. su rf. heatflow Upward		20.00	10.000
Untitled-4a:Interior Vertical surface		20.00	7.690
Untitled-4a:Exterior Winter		0.00	25.000
Calculation specifications			

Mesh Parameter : 8			
Estimated Error: 1.5%			
Calculations done in Version 7.6.1.0			

➤ Puente térmico del muro con la solera



U-factors

Name	Length mm	Basis	U-factor W/m ² -K
PH_interior	1000.00	Projected Y	0.2919

Solid Materials

Name	Conductivity W/m-K	Emissivity
Untitled-5:Concrete	1.51	0.90
Expanded Polystyrene (EPS)*	0.04	0.90
Particleboard, Plywood (Medium Density)*	0.17	0.90
AA plasterboard	0.33	0.90
Hardwoods (Oak, Maple)*	0.16	0.90

Cavities

None

Glazing Systems

None

Standard Boundary Conditions

Name	Temperature C	Film Coefficient W/m ² -K
Untitled-5:Exterior Winter	0.00	25.000
Untitled-5:Interior Vertical s urface	20.00	7.690
Interior down surface	20.00	5.880

Calculation Specifications

 Mesh Parameter : 8
 Estimated Error: 1.7%
 Calculations done in Version 7.6.1.0

➤ **Puente térmico de la instalación de las carpinterías**



14.6. Anexo de sistema de ventilación y recuperador de calor

➤ Caudales por cada rejilla

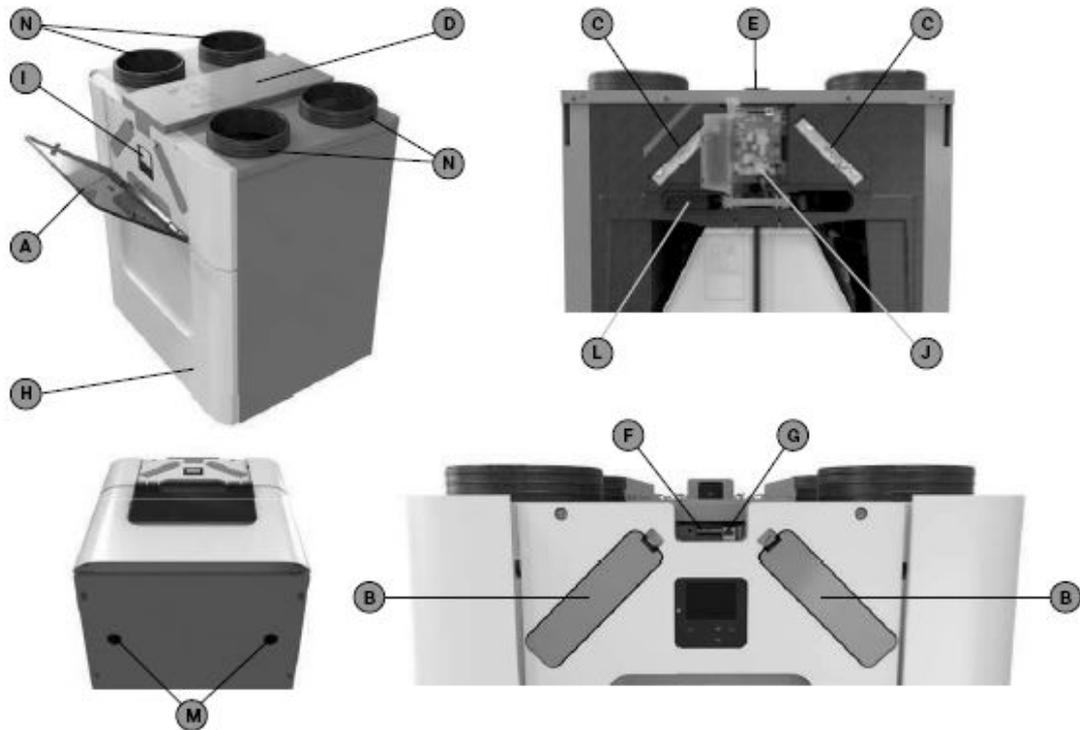
Rejillas	Cantidad de tubos por boca	Nombre de la habitación	Asignación de la unidad de ventilación	Caudal por habitación	
				Vsup (m ³ /h)	Veta (m ³ /h)
1	3	Frente showroom	1	98	
2	2	Frente showroom	1	65	
3	2	Frente showroom	1	65	
4	3	Frente showroom	1	98	
5	3	Techo aseos	1		98
6	1	Techo aseos	1		33
7	1	Techo aseos	1		33
8	1	Techo aseos	1		33
9	2	Office cocina	1		65
10	1	Aseo hombres	1		33
11	1	Aseo mujeres	1		33
12	2	Implusión entrada	1	65	
13	2	Extracción entrada	1		65
				CAUDAL TOTAL	
				391	

Según phpp hay una necesidad de ventilación de 390m³/h, dentro del límite de 460m³/h que certifica la Q600 que ha sido instalada.

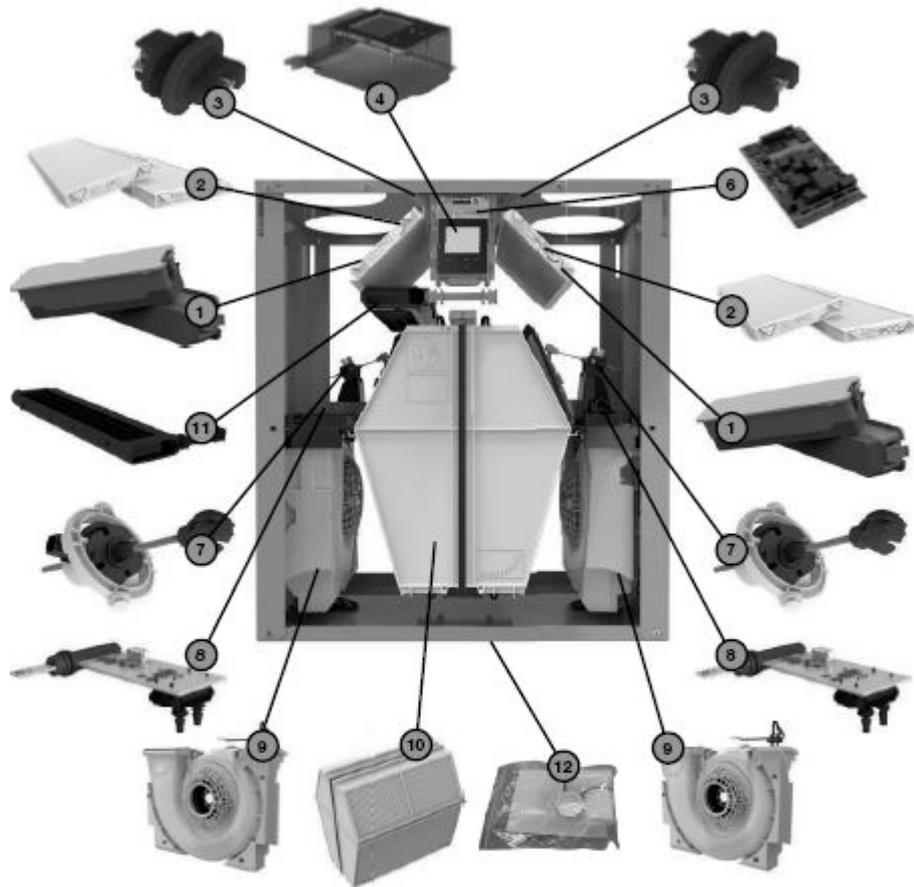
Los conductos son de diámetro interior de 75mm, que con un caudal de 32,5m³/h por tubo tienen una velocidad de 2,04 m/s.

➤ **Equipo de ventilación y recuperador de calor ComfoAir Q 600**

Configuración de la unidad

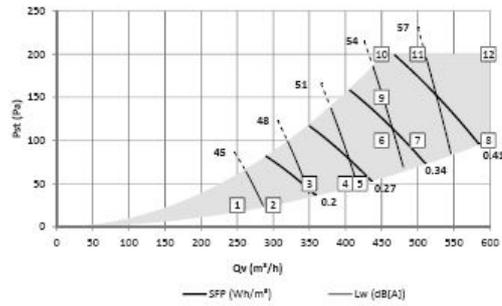


Posición	Pieza
A	Visor semitransparente para acceso al display y a las tapas del filtro.
B	2 tapas de filtro para poder acceder a los filtros con facilidad.
C	2 filtros para la purificación del aire.
D	Cubierta de la bandeja de cables para tapar y proteger los cables conectados.
E	Placa de identificación con información detallada de la unidad (no visible).
F	2 conexiones enchufables ComfoNet.
G	Conexión RJ45 ComfoNet.
H	Cubierta frontal para estanqueidad al aire.
I	Display protegido por cubierta para el uso de la unidad.
J	Panel principal protegido por la cubierta del display.
L	Precaentador de protección frente al hielo (opcional, de serie en la versión «VV» de la unidad).
M	2 drenajes de la condensación para el líquido condensado derivado del aire de extracción caliente.
N	4 conexiones para los conductos de aire.



Posición	Pieza
1	Juego de tapas de filtro (2 unidades)
2	Juego de filtro G4/G4 (1/1)
3	Sensor de sección superior
4	Display
6	Panel principal
7	Actuador de by-pass de modulación
8	Sensor de sección media
9	Ventilador
10	Intercambiador de calor Intercambiador entálpico
11	Precalentador
12	Juego de drenaje

ComfoAir Q 600



	Qv m³/h	Pst Pa	P W	cos φ	PVE Wh/l/s	Lw, impulsión dB(A)	Lw, extracción dB(A)	Lw, carcasa dB(A)
1	250	25	28	0,48	0,11	54	43	43
2	300	25	44	0,51	0,15	56	45	45
3	350	50	72	0,54	0,21	59	48	48
4	400	50	97	0,55	0,24	62	50	50
5	420	50	107	0,56	0,26	63	51	51
6	450	100	143	0,57	0,32	65	53	53
7	500	100	176	0,59	0,35	68	55	55
8	600	100	254	0,61	0,42	73	59	60
9	450	150	162	0,58	0,36	66	53	54
10	450	200	180	0,59	0,40	67	54	55
11	500	200	215	0,60	0,43	70	56	57
12	600	200	296	0,61	0,49	75	60	61

Lw en dB(A) referencia 10^{-12} W

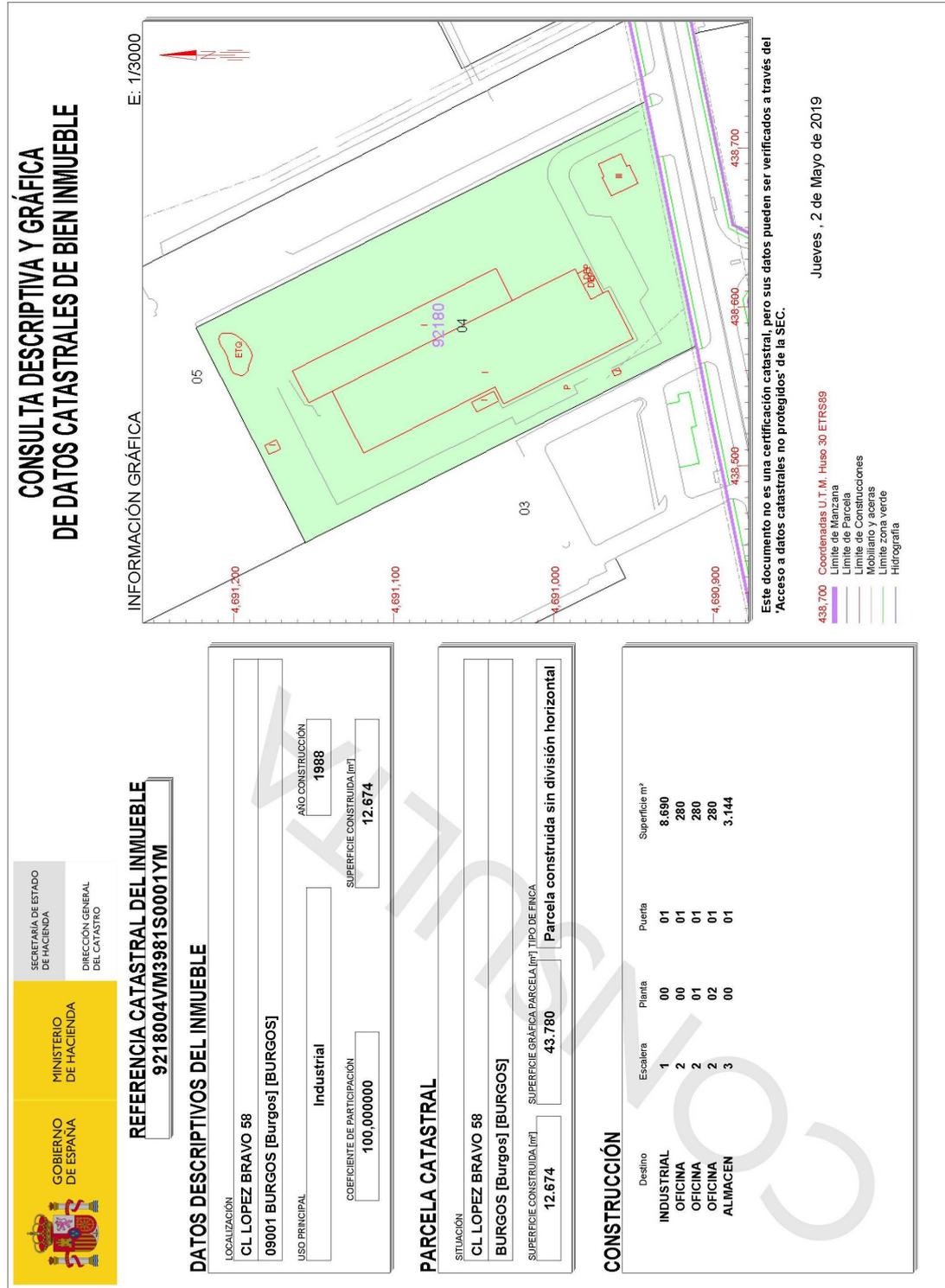
Radiación de la carcasa medida según ISO 3741:2010

Ruidos de aire de impulsión y de extracción medidos según ISO 5135:1997 (los valores incluyen corrección de conducto final)

Potencia de ventilador específica en Wh/m³ calculada con datos medidos según EN13141-7:2010

cos phi con precalentador apagado (si lo hay)

14.7. Anexo de datos del catastro



CROQUIS CATASTRAL
PARCELA CATASTRAL 9218004/VM3981S



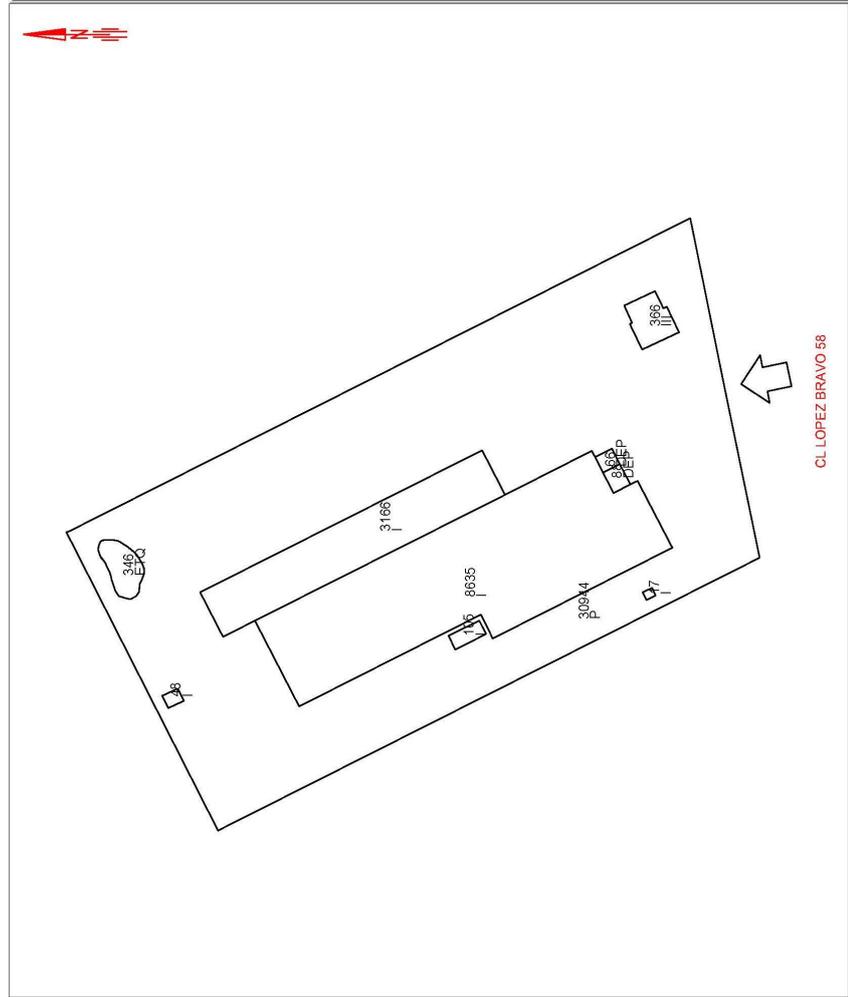
2 de mayo de 2019 10:50

SUPERFICIE PARCELA : 43.780 m²
 SUPERFICIE CONSTRUIDA
 Sobre Rasante : 13.221 m²
 Bajo Rasante : 0 m²
 TOTAL : 13.221 m²



Página 1/1

CL LOPEZ BRAVO [Burgos], 0058. BURGOS [Burgos]



CROQUIS A ESCALA 1:2500

14.8. Anexo de fotografías

➤ Estructura



Figura 156. 1- Solera Hormigón



Figura 157. 2- Montaje de la envolvente



Figura 158. 3- Montaje de la envolvente



Figura 159. 4- Montaje de la cubierta

➤ **Carpinterías**



Figura 160. Ventanas instaladas



Figura 161. Detalle de hermeticidad por el exterior



Figura 162. Detalle de hermeticidad por el interior

➤ **Hermeticidad:**



Figura 163. Envoltente hermética



Figura 164. Detalle 1 de hermeticidad de las instalaciones

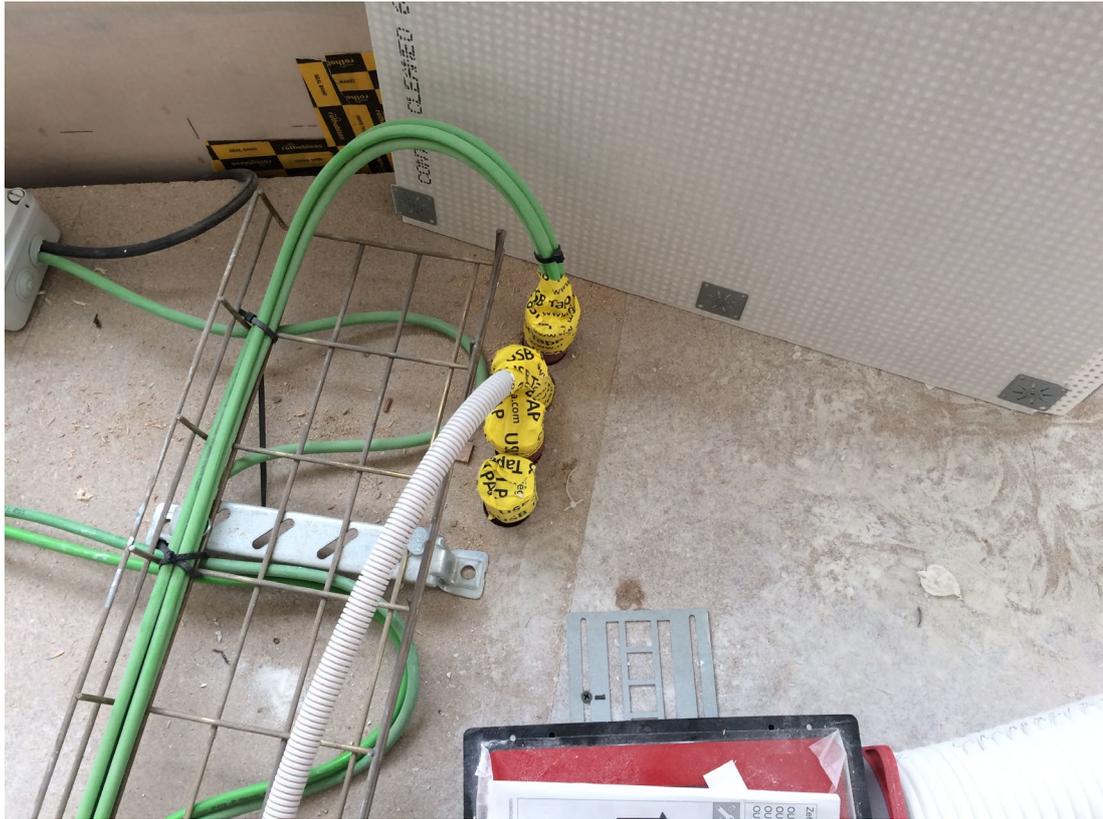


Figura 165. Detalle 2 de hermeticidad de las instalaciones

➤ **Ventilación**



Figura 166. Recuperador de calor



Figura 167. Conductos de ventilación sobre el falso techo



Figura 168. Conductos de ventilación de los aseos

➤ **Fín de obra**



Figura 169. Exterior sureste



Figura 170. Exterior noroeste



Figura 171. Interior sala principal 1



Figura 172. Interior sala principal 2



Figura 173. Interior vestibulo

14.9. Anexo de informe del CE3X

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Showroom Veka		
Dirección	Calle López Bravo, 58		
Municipio	Burgos	Código Postal	09001
Provincia	Burgos	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	E1	Año construcción	2018
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	9218004VM3981S0001YM		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Mario Maestro Terceño	NIF(NIE)	71482256 G
Razón social	Mario Maestro Terceño	NIF	71482256 G
Domicilio	Avenida Valencia del Cid, 2, 4B		
Municipio	Burgos	Código Postal	09002
Provincia	Burgos	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail:	mmt0048@alu.ubu.es	Teléfono	648759490
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3 + ComplementoEdificiosNuevosv2.3.0.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]
 <p style="text-align: center;">69.5 A</p>	 <p style="text-align: center;">11.8 A</p>

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

Fecha: 12/06/2019

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha
Ref. Catastral

12/06/2019
9218004VM3981S0001YM

Página 1 de 7

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	141.25
--	--------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
2/09 - Cubierta Superior	Cubierta	122.55	0.07	Conocidas
1/05 - Muro exterior - Aire - NO	Fachada	8.01	0.10	Conocidas
2/07 - Muro exterior - Aire - N	Fachada	78.62	0.10	Conocidas
1/04 - Muro exterior - Aire - E	Fachada	14.09	0.10	Conocidas
2/06 - Muro cortina parte lateral - E	Fachada	1.58	0.27	Conocidas
1/01 - Muro exterior - Aire - S	Fachada	8.42	0.10	Conocidas
2/03 - Muro cortina - Aire - SE	Fachada	7.03	0.27	Conocidas
2/08 - Muro exterior - Aire - SO	Fachada	36.67	0.10	Conocidas
1/02 - Muro exterior - Aire - O	Fachada	1.86	0.10	Conocidas
1/10 - Cubierta con aire	Cubierta	17.54	0.07	Conocidas
11 - Solera Losa	Suelo	143.49	0.39	Estimadas
2/06 - Muro cortina parte superiorl - E	Fachada	0.0	0.27	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
1/15 - Ventanas Puerta - E	Hueco	3.97	0.70	0.26	Conocido	Conocido
1/14 - Ventanas - S	Hueco	9.5	0.66	0.38	Conocido	Conocido
2/01 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.66	0.34	Conocido	Conocido
2/02 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.59	0.41	Conocido	Conocido
2/03 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.61	0.39	Conocido	Conocido

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”**

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
2/04 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.61	0.39	Conocido	Conocido
2/05 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.62	0.38	Conocido	Conocido
2/06 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.62	0.38	Conocido	Conocido
2/07 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.61	0.39	Conocido	Conocido
2/08 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.59	0.41	Conocido	Conocido
2/09 - Ventanas - SE	Hueco	5.3	0.61	0.39	Conocido	Conocido
2/10 - Ventanas - SE	Hueco	1.5	0.66	0.17	Conocido	Conocido
2/11 - Ventanas - SE	Hueco	1.5	0.61	0.19	Conocido	Conocido
2/12 - Ventanas - SE	Hueco	1.5	0.66	0.17	Conocido	Conocido
2/13 - Ventanas - SE	Hueco	1.5	0.60	0.19	Conocido	Conocido
2/16 - Ventanas parte lateral - E	Hueco	11.4	0.65	0.40	Conocido	Conocido
2/16 - Ventanas parte superior - E	Hueco	6.5	0.68	0.37	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y (1/2) MUEX-18-H6.2)	Equipo de Rendimiento Constante		400.0	Electricidad	Conocido
Calefacción refrigeración y (2/2) MUEX-18-H6.2)	Equipo de Rendimiento Constante		400.0	Electricidad	Conocido
Calefacción, refrigeración y ACS (MU-PR-12-H6 + ACS ficticia)	Equipo de Rendimiento Constante		420.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y (1/2) MUEX-18-H6.2)	Equipo de Rendimiento Constante		630.0	Electricidad	Conocido
Calefacción refrigeración y (2/2) MUEX-18-H6.2)	Equipo de Rendimiento Constante		630.0	Electricidad	Conocido
Calefacción, refrigeración y ACS (MU-PR-12-H6 + ACS ficticia)	Equipo de Rendimiento Constante		670.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	64.0
--	------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS (MU-PR-12-H6 + ACS ficticia)	Equipo de Rendimiento Constante		100.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	18.69	18.69	100.00	Conocido
Edificio Objeto	5.77	1.15	500.00	Conocido
Edificio Objeto	8.02	1.60	500.00	Conocido
TOTALES	7.43			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	141.25	Intensidad Baja - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	E1	Uso	Intensidad Baja - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

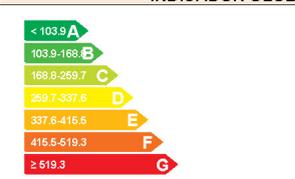
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
 11.8 A	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	F
	2.08		3.11	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	B
	0.43		6.16	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	11.77	1663.15
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
 69.5 A	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	F
	12.26		18.36	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	B
	2.54		36.36	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 25.3 A	 8.3 D
Demanda de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² año]

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

14.10. Anexo de informes del SG Save

14.10.1. Comprobación del HE1

Esta comprobación es común para los dos casos con y sin equipos de sustitución porque no tiene en cuenta los equipos de calefacción, refrigeración ni ACS.

La realizamos introduciendo el valor de 0.62 renovaciones/hora en la definición del edificio y posteriormente, para la simulación del HE0 la dejaremos a cero.

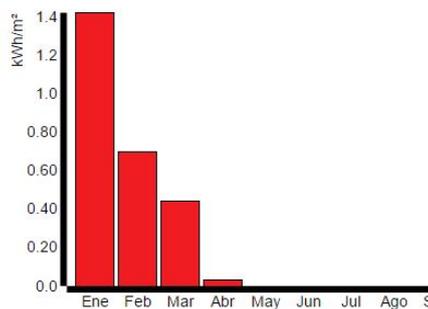
Verificación del cumplimiento

Indicador	Edificio objeto	Valor límite	Cumple
Demanda de calefacción	3,8	40,3	Si
Demanda de refrigeración	78,0	15,0	No

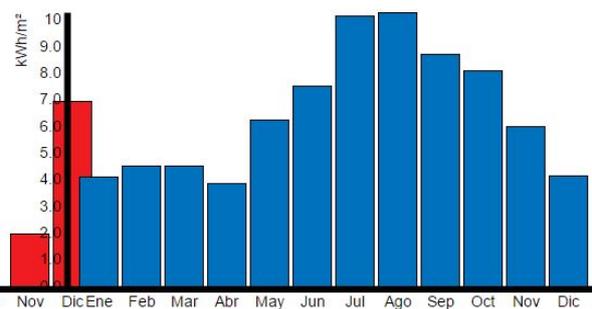
Calificación energética

Indicador	Nota
Calificación demanda calefacción	A
Calificación demanda refrigeración	G

Demanda de Calefacción



Demanda de Refrigeración



Demanda de Calefacción (kWh/m²)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción	1,42	0,7	0,44	0,03	—	—	—	—	—	—	0,27	0,96	3,82
Total	1,42	0,70	0,44	0,03	—	—	—	—	—	—	0,27	0,96	3,82

Demanda de Refrigeración (kWh/m²)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Refrigeración	4,11	4,5	4,5	3,86	6,21	7,51	10,15	10,26	8,68	8,09	6	4,14	78,01
Total	4,11	4,50	4,50	3,86	6,21	7,51	10,15	10,26	8,68	8,09	6,00	4,14	78,01

14.10.2. Comprobación del HE0 con equipos de sustitución

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

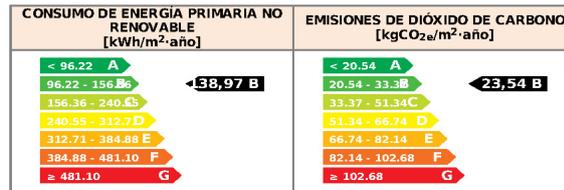
Nombre del Edificio	Showroom Veka		
Dirección	Calle López Bravo, 58		
Municipio	Burgos	Código Postal	09001
Provincia	BURGOS	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	E1	Año construcción	2018
Plantas sobre rasante	1	Plantas bajo rasante	0
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Passivhaus		
Referencia/s catastral/es	9218004VM3981S0001YM		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio existente
Vivienda Unifamiliar Bloque Bloque Completo Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Mario Maestro Terceño	NIF/NIE	71482256G
Razón Social	Mario Maestro Terceño	NIF	71482256G
Domicilio	Avenida Valencia del Cid, 2, 4B		
Municipio	Burgos	Código Postal	09002
Provincia	BURGOS	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail	mmt0048@alu.ubu.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	SG SAVE 2.7.1.2 + [VisorXML1.0]		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 23/06/2019

Firma del técnico certificador: Mario Maestro Terceño - 71482256G

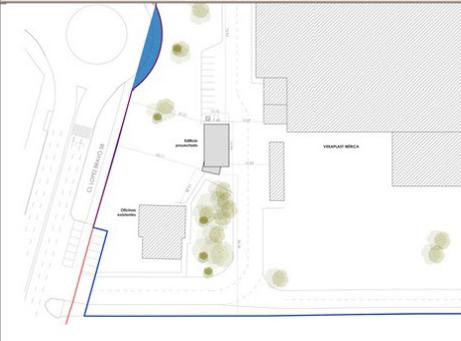
- Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II. Calificación energética del edificio.
- Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

**ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	166,43
Imagen del Edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Surface 2	Suelo	28,88	0,13	Usuario
Surface 26	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 4	Suelo	4,21	0,13	Usuario
Surface 5	Suelo	10,79	0,13	Usuario
Surface 47	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 3	ParticiónInteriorVertical	5,74	0,52	Usuario
Surface 15	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 6	Fachada	6,38	0,10	Usuario
Surface 21	ParticiónInteriorVertical	13,35	0,52	Usuario
Surface 7	ParticiónInteriorHorizontal	10,18	0,15	Usuario
Surface 28	Cubierta	122,55	0,07	Usuario
Surface 25	Fachada	16,28	0,28	Usuario
Surface 10	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 1	Suelo	100,14	0,13	Usuario
Surface 8	Fachada	19,31	0,10	Usuario
Surface 9	ParticiónInteriorVertical	5,19	0,52	Usuario
Surface 18	ParticiónInteriorHorizontal	8,02	0,15	Usuario
Surface 11	ParticiónInteriorHorizontal	4,21	0,15	Usuario
Surface 24	ParticiónInteriorVertical	5,74	0,52	Usuario
Surface 12	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 13	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 14	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 16	Fachada	8,21	0,10	Usuario
Surface 17	ParticiónInteriorVertical	13,35	0,52	Usuario
Surface 19	ParticiónInteriorVertical	11,55	0,52	Usuario
Surface 29	Fachada	41,05	0,10	Usuario
Surface 34	Fachada	88,02	0,10	Usuario
Surface 22	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 46	Fachada	10,08	0,10	Usuario
Surface 23	ParticiónInteriorHorizontal	8,02	0,15	Usuario
Surface 30	ParticiónInteriorHorizontal	10,18	0,15	Usuario
Surface 43	Cubierta	18,70	0,07	Usuario
Surface 41	ParticiónInteriorHorizontal	4,21	0,15	Usuario
Surface 45	ParticiónInteriorVertical	11,55	0,52	Usuario
Surface 48	Fachada	3,39	0,10	Usuario
Surface 49	Cubierta	2,77	0,07	Usuario
Surface 50	ParticiónInteriorVertical	5,19	0,52	Usuario
Surface 27	Fachada	6,80	0,28	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Sub Surface 7	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 1	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 6	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 2	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 9	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 3	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 4	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 5	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario

Fecha (de generación del documento): 23/06/2019
Ref. Catastral: 9218004VM3981S0001YM

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Sub Surface 8	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 10	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 11	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 12	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 13	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 14	Hueco	1,02	0,62	0,58	Usuario	Usuario
Sub Surface 15	Hueco	2,72	0,59	0,63	Usuario	Usuario
Sub Surface 16	Hueco	2,72	0,59	0,63	Usuario	Usuario
Sub Surface 17	Hueco	4,53	0,57	0,65	Usuario	Usuario
Sub Surface 18	Hueco	5,30	0,57	0,65	Usuario	Usuario
Sub Surface 19	Hueco	1,50	0,64	0,55	Usuario	Usuario
Sub Surface 20	Hueco	3,96	0,62	0,58	Usuario	Usuario
Sub Surface 21	Hueco	9,44	0,52	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	64,00
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo Generacion ACS	Efecto Joule	-	100,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Air Terminal Single Duct Constant Volume No Reheat 1		
Tipo	OpenStudio::Model::AirTerminalSingleDuctConstantVolumeNoReheat		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 1		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 2		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 3		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
-			-
TOTALES			0,00

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fan Constant Volume 1	OpenStudio::Model::HVACComponent		0,00
TOTALES			0,00

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
Space 1 Iluminacion	5,77	1,16	497,41	Usuario
Space 3 Iluminacion	7,62	7,62	100,00	Usuario
Space 2 Iluminacion	8,06	1,60	503,75	Usuario
Space 4 Iluminacion	23,55	23,55	100,00	Usuario
TOTALES	1226,01			

Fecha (de generación del documento): 23/06/2019
Ref. Catastral: 9218004VM3981S0001YM

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
S pace 1	122,55	noresidencial-8h-baja
S pace 3	4,21	noresidencial-8h-baja
S pace 2	28,88	noresidencial-8h-baja
S pace 4	10,79	noresidencial-8h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final cubierto, en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Reducción ACS	-	-	-	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
	-
TOTAL	0,00

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona Climática	E1	Uso	EdificioUsoTerciario
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

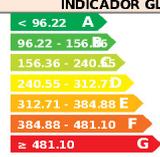
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
 <p>23,54 B</p> <p>Emisiones globales [kgCO_{2e}/m²·año]¹</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO _{2e} /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO _{2e} /m ² ·año]	D
	0,31		3,30	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO _{2e} /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO _{2e} /m ² ·año]	-
	1,88		6,11	

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

	kgCO _{2e} /m ² ·año	kgCO _{2e} /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	-	-
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	-	-

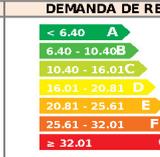
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
 <p>138,97 B</p> <p>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	D
	1,81		19,49	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
	11,12		36,04	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 <p>3,82 A</p> <p>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</p>	 <p>78,02 G</p> <p>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</p>

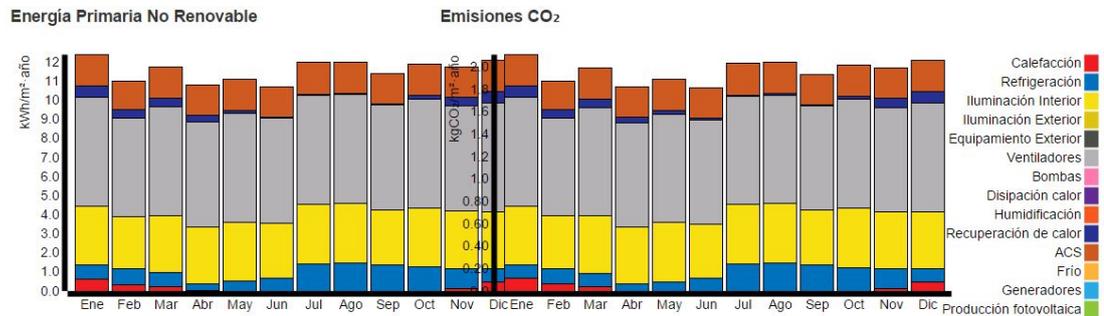
¹ - El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

➤ Clasificación energética

Calificación energética

Indicador	Valor	Nota
Calificación emisiones calefacción	0,3 kg CO ₂ /m ² ·año	A(0,0)
Calificación emisiones refrigeración	1,9 kg CO ₂ /m ² ·año	B(0,6)
Calificación emisiones ACS	3,3 kg CO ₂ /m ² ·año	D (1,0)
Calificación emisiones Iluminación	6,1 kg CO ₂ /m ² ·año	A (0,4)
Calificación emisiones TOTALES	23,5 kg CO ₂ /m ² ·año	B (0,5)
Calificación energía primaria calefacción	1,8 kWh/m ² ·año	A (0,0)
Calificación energía primaria refrigeración	11,1 kWh/m ² ·año	B (0,6)
Calificación energía primaria ACS	19,5 kWh/m ² ·año	D (1,0)
Calificación energía primaria Iluminación	36,0 kg CO ₂ /m ² ·año	A (0,4)
Calificación energía primaria TOTAL	139,0 kWh/m ² ·año	B (0,6)

➤ Consumos



Energía Primaria No Renovable (kWh/m²·año)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción	0,63	0,34	0,23	0,02	—	—	—	—	—	—	0,12	0,46	1,80
Refrigeración	0,72	0,82	0,74	0,35	0,5	0,68	1,43	1,47	1,36	1,26	1,07	0,72	11,12
Iluminación Interior	3,11	2,76	2,99	2,99	3,11	2,88	3,11	3,11	2,88	3,11	2,99	2,99	36,03
Iluminación Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equipamiento Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ventiladores	5,7	5,15	5,7	5,52	5,7	5,52	5,7	5,7	5,52	5,7	5,52	5,7	67,13
Bombas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Disipación calor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidificación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recuperación de calor	0,58	0,46	0,44	0,31	0,15	0,04	0,08	0,06	0,05	0,19	0,45	0,56	3,37
ACS	1,65	1,49	1,65	1,6	1,65	1,6	1,65	1,66	1,6	1,65	1,6	1,65	19,45
Frío	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generadores	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Producción fotovoltaica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	12,39	11,02	11,75	10,79	11,11	10,72	11,97	12,00	11,41	11,91	11,75	12,08	138,90

➤ **Emisiones**

Emisiones CO₂ (kgCO₂/m²·año)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción	0,11	0,06	0,04	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,08	0,31
Refrigeración	0,12	0,14	0,12	0,06	0,08	0,11	0,24	0,25	0,23	0,21	0,18	0,12	1,86
Iluminación Interior	0,53	0,47	0,51	0,51	0,53	0,49	0,53	0,53	0,49	0,53	0,51	0,51	6,14
Iluminación Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equipamiento Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ventiladores	0,97	0,87	0,97	0,93	0,97	0,93	0,97	0,97	0,93	0,97	0,93	0,97	11,38
Bombas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Disipación calor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidificación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recuperación de calor	0,1	0,08	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08	0,1	0,58
ACS	0,28	0,25	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	3,29
Frío	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generadores	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Producción fotovoltaica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2,11	1,87	1,99	1,82	1,89	1,81	2,03	2,04	1,93	2,02	1,99	2,06	23,56

14.10.3. Comprobación del HE0 con equipos de sustitución

➤ Informe

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del Edificio	Showroom Veka		
Dirección	Calle López Bravo, 58		
Municipio	Burgos	Código Postal	09001
Provincia	BURGOS	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	E1	Año construcción	2018
Plantas sobre rasante	1	Plantas bajo rasante	0
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Passivhaus		
Referencia/s catastral/es	9218004VM3981S0001YM		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio existente
Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque Completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Mario Maestro Terceño	NIF/NIE	71482256G
Razón Social	Mario Maestro Terceño	NIF	71482256G
Domicilio	Avenida Valencia del Cid, 2, 4B		
Municipio	Burgos	Código Postal	09002
Provincia	BURGOS	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail	mmt0048@alu.ubu.es	Teléfono	648759490
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	SG SAVE 2.7.1.2 + [VisorXML1.0]		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 23/06/2019

Firma del técnico certificador: Mario Maestro Terceño - 71482256G

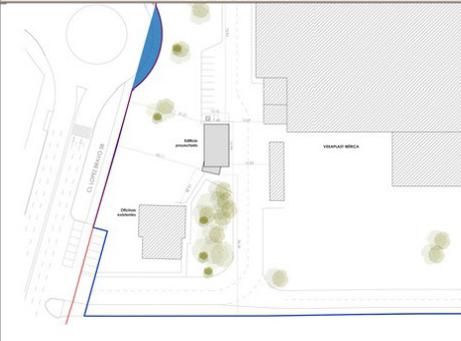
- Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II. Calificación energética del edificio.
- Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	166,43
Imagen del Edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Surface 2	Suelo	28,88	0,13	Usuario
Surface 26	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 4	Suelo	4,21	0,13	Usuario
Surface 5	Suelo	10,79	0,13	Usuario
Surface 47	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 3	ParticiónInteriorVertical	5,74	0,52	Usuario
Surface 15	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 6	Fachada	6,38	0,10	Usuario
Surface 21	ParticiónInteriorVertical	13,35	0,52	Usuario
Surface 7	ParticiónInteriorHorizontal	10,18	0,15	Usuario
Surface 28	Cubierta	122,55	0,07	Usuario
Surface 25	Fachada	16,28	0,28	Usuario
Surface 10	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 1	Suelo	100,14	0,13	Usuario
Surface 8	Fachada	19,31	0,10	Usuario
Surface 9	ParticiónInteriorVertical	5,19	0,52	Usuario
Surface 18	ParticiónInteriorHorizontal	8,02	0,15	Usuario
Surface 11	ParticiónInteriorHorizontal	4,21	0,15	Usuario
Surface 24	ParticiónInteriorVertical	5,74	0,52	Usuario
Surface 12	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 13	ParticiónInteriorVertical	8,21	0,52	Usuario
Surface 14	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 16	Fachada	8,21	0,10	Usuario
Surface 17	ParticiónInteriorVertical	13,35	0,52	Usuario
Surface 19	ParticiónInteriorVertical	11,55	0,52	Usuario
Surface 29	Fachada	41,05	0,10	Usuario
Surface 34	Fachada	88,02	0,10	Usuario
Surface 22	ParticiónInteriorVertical	6,53	0,52	Usuario
Surface 46	Fachada	10,08	0,10	Usuario
Surface 23	ParticiónInteriorHorizontal	8,02	0,15	Usuario
Surface 30	ParticiónInteriorHorizontal	10,18	0,15	Usuario
Surface 43	Cubierta	18,70	0,07	Usuario
Surface 41	ParticiónInteriorHorizontal	4,21	0,15	Usuario
Surface 45	ParticiónInteriorVertical	11,55	0,52	Usuario
Surface 48	Fachada	3,39	0,10	Usuario
Surface 49	Cubierta	2,77	0,07	Usuario
Surface 50	ParticiónInteriorVertical	5,19	0,52	Usuario
Surface 27	Fachada	6,80	0,28	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Sub Surface 7	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 1	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 6	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 2	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 9	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 3	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 4	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 5	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario

Fecha (de generación del documento): 23/06/2019
Ref. Catastral: 9218004VM3981S0001YM

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

Sub Surface 8	Hueco	5,31	0,58	0,64	Usuario	Usuario
Sub Surface 10	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 11	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 12	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 13	Hueco	1,52	0,61	0,60	Usuario	Usuario
Sub Surface 14	Hueco	1,02	0,62	0,58	Usuario	Usuario
Sub Surface 15	Hueco	2,72	0,59	0,63	Usuario	Usuario
Sub Surface 16	Hueco	2,72	0,59	0,63	Usuario	Usuario
Sub Surface 17	Hueco	4,53	0,57	0,65	Usuario	Usuario
Sub Surface 18	Hueco	5,30	0,57	0,65	Usuario	Usuario
Sub Surface 19	Hueco	1,50	0,64	0,55	Usuario	Usuario
Sub Surface 20	Hueco	3,96	0,62	0,58	Usuario	Usuario
Sub Surface 21	Hueco	9,44	0,52	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	64,00
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo Generacion ACS	Efecto Joule	-	100,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Air Terminal Single Duct Constant Volume No Reheat 1		
Tipo	OpenStudio::Model::AirTerminalSingleDuctConstantVolumeNoReheat		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 1		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 2		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Nombre	Zone HVAC Packaged Terminal Heat Pump 3		
Tipo	OpenStudio::Model::ZoneHVACPackagedTerminalHeatPump		
Zona asociada	Zona Termica: Space 1		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
-	-	-	-
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	-	-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
-			-
TOTALES			0,00

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fan Constant Volume 1	OpenStudio::Model::HVACComponent		0,00
TOTALES			0,00

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
Space 1 Iluminacion	5,77	1,16	497,41	Usuario
Space 3 Iluminacion	7,62	7,62	100,00	Usuario
Space 2 Iluminacion	8,06	1,60	503,75	Usuario
Space 4 Iluminacion	23,55	23,55	100,00	Usuario
TOTALES	1226,01			

Fecha (de generación del documento): 23/06/2019
Ref. Catastral: 9218004VM3981S0001YM

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
S pace 1	122,55	noresidencial-8h-baja
S pace 3	4,21	noresidencial-8h-baja
S pace 2	28,88	noresidencial-8h-baja
S pace 4	10,79	noresidencial-8h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final cubierto, en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Reducción ACS	-	-	-	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
	-
TOTAL	0,00

“ESTUDIO COMPARATIVO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIO SINGULAR
MEDIANTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y CERTIFICADO PASSIVHAUS”

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona Climática	E1	Uso	EdificioUsoTerciario
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
 <p>23,38 B</p> <p>Emisiones globales [kgCO_{2e}/m²·año]¹</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO _{2e} /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO _{2e} /m ² ·año]	C
	0,31		3,14	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO _{2e} /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO _{2e} /m ² ·año]	-
	1,88		6,11	

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

	kgCO _{2e} /m ² ·año	kgCO _{2e} /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	-	-
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	-	-

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
 <p>138,00 B</p> <p>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	C
	1,81		18,52	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
	11,12		36,04	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 <p>3,82 A</p> <p>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</p>	 <p>78,02 G</p> <p>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</p>

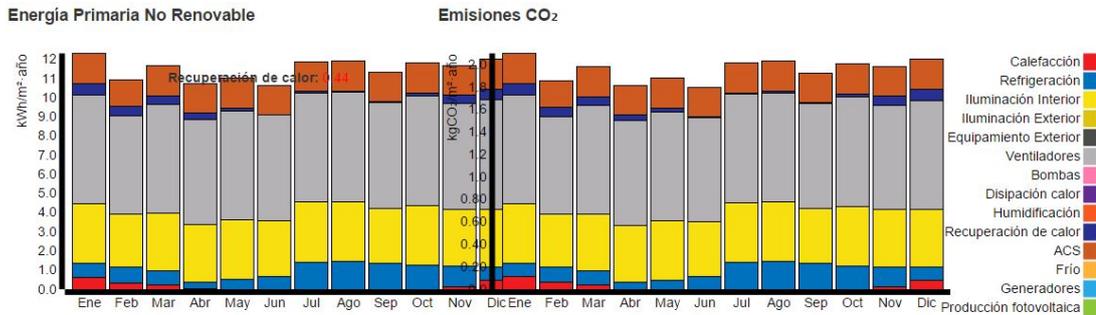
¹ - El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

➤ **Calificación energética**

Calificación energética

Indicador	Valor	Nota
Calificación emisiones calefacción	0,3 kg CO ₂ /m ² ·año	A(0,0)
Calificación emisiones refrigeración	1,9 kg CO ₂ /m ² ·año	B(0,6)
Calificación emisiones ACS	3,1 kg CO ₂ /m ² ·año	C (1,0)
Calificación emisiones Iluminación	6,1 kg CO ₂ /m ² ·año	A (0,4)
Calificación emisiones TOTALES	23,4 kg CO ₂ /m ² ·año	B (0,5)
Calificación energía primaria calefacción	1,8 kWh/m ² ·año	A (0,0)
Calificación energía primaria refrigeración	11,1 kWh/m ² ·año	B (0,6)
Calificación energía primaria ACS	18,5 kWh/m ² ·año	C (1,0)
Calificación energía primaria Iluminación	36,0 kg CO ₂ /m ² ·año	A (0,4)
Calificación energía primaria TOTAL	138,0 kWh/m ² ·año	B (0,6)

➤ **Consumos**



Energía Primaria No Renovable (kWh/m²·año)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción	0,63	0,34	0,23	0,02	—	—	—	—	—	—	0,12	0,46	1,80
Refrigeración	0,72	0,82	0,74	0,35	0,5	0,68	1,43	1,47	1,36	1,26	1,07	0,72	11,12
Iluminación Interior	3,11	2,76	2,99	2,99	3,11	2,88	3,11	3,11	2,88	3,11	2,99	2,99	36,03
Iluminación Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equipamiento Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ventiladores	5,7	5,15	5,7	5,52	5,7	5,52	5,7	5,7	5,52	5,7	5,52	5,7	67,13
Bombas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Disipación calor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidificación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recuperación de calor	0,58	0,46	0,44	0,31	0,15	0,04	0,08	0,06	0,05	0,19	0,45	0,56	3,37
ACS	1,57	1,42	1,57	1,52	1,57	1,52	1,57	1,57	1,52	1,57	1,52	1,57	18,49
Frío	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generadores	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Producción fotovoltaica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	12,31	10,95	11,67	10,71	11,03	10,64	11,89	11,91	11,33	11,83	11,67	12,00	137,94

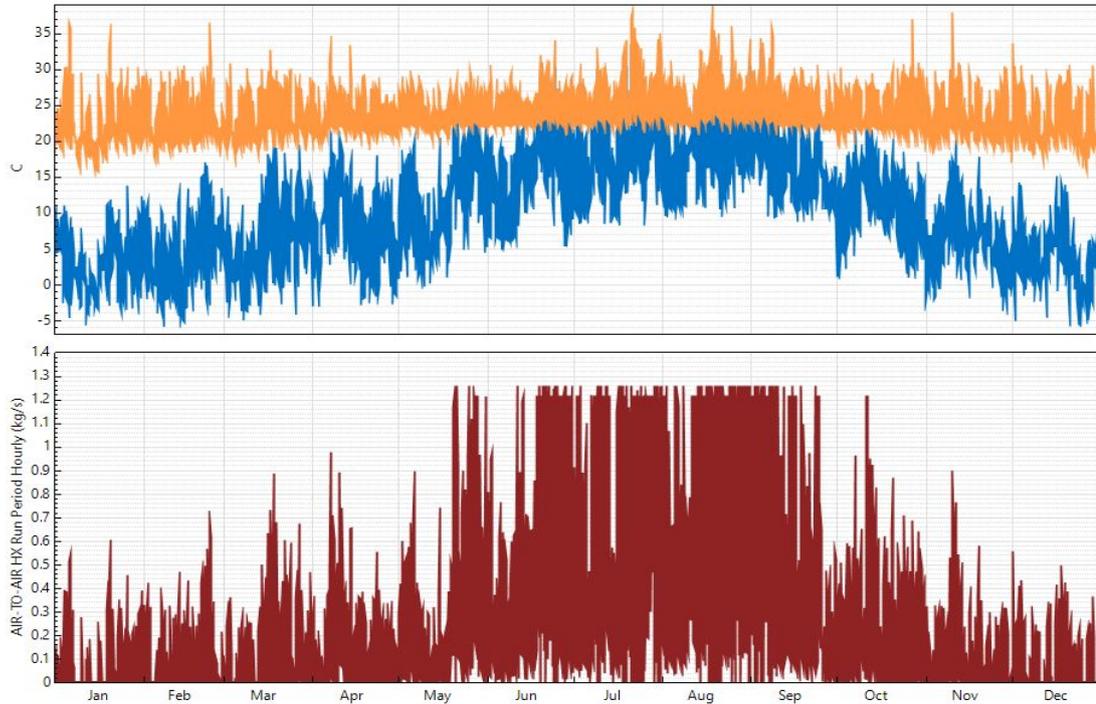
➤ **Emisiones**

Emisiones CO₂ (kgCO₂/m²·año)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Calefacción	0,11	0,06	0,04	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,08	0,31
Refrigeración	0,12	0,14	0,12	0,06	0,08	0,11	0,24	0,25	0,23	0,21	0,18	0,12	1,86
Iluminación Interior	0,53	0,47	0,51	0,51	0,53	0,49	0,53	0,53	0,49	0,53	0,51	0,51	6,14
Iluminación Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equipamiento Exterior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ventiladores	0,97	0,87	0,97	0,93	0,97	0,93	0,97	0,97	0,93	0,97	0,93	0,97	11,38
Bombas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Disipación calor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidificación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recuperación de calor	0,1	0,08	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08	0,1	0,58
ACS	0,27	0,24	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,26	0,27	3,17
Frío	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generadores	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Producción fotovoltaica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2,10	1,86	1,98	1,81	1,88	1,80	2,02	2,03	1,92	2,01	1,98	2,05	23,44

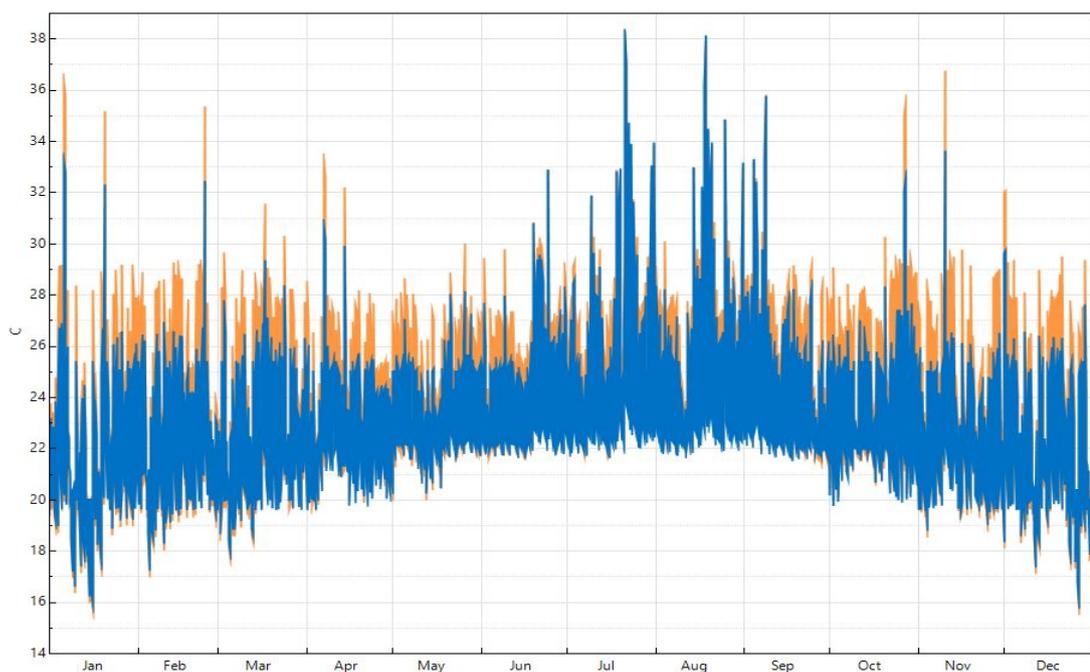
14.11. Anexo de gráficas detalladas del SG Save

- **Gráfica horaria de temperaturas interior operativa, exterior y caudal del bypass del recuperador**



- **Gráfica de temperatura del aire y temperatura operativa**

La temperatura azul sería la temperatura del aire interior y la naranja la temperatura operativa.



14.12. Anexo de gráficas de temperaturas reales medidas en el edificio

