



# Análisis de escenarios de **calificación energética** de edificios en Barcelona

Estudio en edificaciones  
de nueva planta de uso Terciario

Análisis de escenarios de calificación energética de edificios en Barcelona  
Estudio en edificios de nueva planta de uso Terciario  
DL: B.10283-2017  
Redacción: Julio 2016  
Publicación: Enero 2017  
Estudio realizado por: Societat Orgànica +10 sccl  
Coordinación: Agència d'Energia de Barcelona  
Revisión, maquetación y traducción: Xevi Prat Navarro



Los contenidos de esta publicación están sujetos a una licencia de Reconocimiento (by). Se permite cualquier explotación de la obra, incluyendo una finalidad comercial, así como la creación de obras derivadas, la distribución de las cuales también está permitida sin ninguna restricción, siempre que se cite la fuente. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

# Índice

Glosario	4
Introducción/presentación	5
Síntesis, resumen ejecutivo	6
Principales conclusiones y reflexiones	8
1. Objetivo	10
2. Metodología	11
2.1. Tareas y fases desarrolladas	11
2.2. Herramienta de cálculo	12
3. Selección de edificios a estudiar	13
3.1. Identificación de tipologías a partir de datos estadísticos	13
3.2. Justificación de las tipologías estudiadas	17
3.3. Presentación de los casos estudiados	19
4. Análisis de los criterios energéticos de edificación en las normativas existentes y futuras	34
4.1. Análisis de los criterios en las normativas de ámbito estatal y autonómico	34
4.2. Criterios de futuro en eficiencia energética de ámbito europeo	43
5. Simulaciones y resultados obtenidos	45
5.1. Escenarios simulados	45
5.2. Resultados Tipología 1. Edificio aislado Oficinas	49
5.3. Resultados Tipología 2. Edificio entre medianeras Oficina	61
5.4. Resultados Tipología 3. Hotel Edificio aislado y entre medianeras	73
6. Aproximación de costes	86
7. Conclusiones generales	94
Anexos	98
Anexo 1. Fichas resumen descripción de los edificios estudiados	98
Anexo 2: Resultados detallados de todos los casos simulados	109

## Glosario

ACS	Agua Caliente Sanitaria.
AEB	Agència d'Energia de Barcelona.
BdC	Bomba de Calor.
BE	Acrilamientos de Baja Emisividad.
BPIE	Building Performance Institute Europe.
CALENER	Herramienta de Calificación Energética de Edificios.
COP	Coefficiente de eficiencia energética en modo calefacción.
CTE	Código Técnico de la Edificación.
EER	Coefficiente de Eficiencia Energética en modo Refrigeración.
EP	Energía Primaria.
EP <sub>nr</sub>	Energía Primaria No Renovable.
FC	Factor de Corrección para cálculo de SPF en base a COP y EER.
FP	Factor de Ponderación representativo para el cálculo de SPF en base a COP y EER.
FV	FotoVoltaica.
HULC	Herramienta Unificada Lider-Calener.
IDAE	Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
LIDER	Herramienta de Limitación de la Demanda Energética.
nZEB	Edificio de consumo casi nulo.
OMA	Ordenança de Medi Ambient de Barcelona.
PT	Puente Térmico.
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.
RPT	Rotura de Puente Térmico.
SEER	Coefficiente de Eficiencia Energética en modo Refrigeración para equipos que trabajan con refrigerantes y no condensan por agua.
SCOP	Coefficiente de eficiencia energética en modo calefacción para equipos que trabajan con refrigerantes y no condensan por agua.
SPF	Coefficiente de rendimiento estacional neto en modo activo (SCOPnet).
VEEI	Valor de Eficiencia Energética de la instalación de Iluminación.
VRV	Sistema de bomba de calor de Volumen de Refrigerante Variable.

## Introducción/presentación

La evolución y la tendencia futura de los indicadores de consumo de energía, eficiencia energética e impacto ambiental de la edificación, dibujan escenarios que requieren en cualquier caso de una intervención necesariamente urgente y continuada, así se ha entendido desde los organismos responsables en el ámbito europeo que vienen impulsando directivas de eficiencia energética relacionadas con el consumo final de energía en la edificación.

Desde la EPBD (Directiva de eficiencia energética en edificios) de 2002, se han venido estableciendo directrices para mejorar la eficiencia energética de los edificios que obligan a los estados miembros a incorporar exigencias tanto en la calidad constructiva de los edificios, como en la eficiencia energética de los sistemas energéticos que emplean, junto con los sistemas de clasificación de esa eficiencia que permitan traducir al ciudadano la situación de sus edificios.

El horizonte normativo europeo plasmado en la revisión de la EPBD de 2010 establece el objetivo de la eficiencia energética en edificación: la consecución de un edificio de consumo energético casi nulo, el nZEB (nearly Zero Energy Building), un estándar que debe acabar de concretar cada estado europeo en función de sus propias condiciones de contexto, que terminarán incorporando exigencias de eficiencia energética y uso de energías renovables que deben ser necesariamente muy ambiciosos.

Consecuente con estos objetivos, Barcelona se esfuerza por contribuir a la lucha contra el cambio climático introduciendo medidas y actuaciones que permitan mejorar la eficiencia energética, reducir la dependencia de los combustibles fósiles, así como las emisiones de gases de efecto invernadero. Han pasado más de 15 años desde la aprobación de la ordenanza solar que ha impulsado el aprovechamiento de la energía solar en las viviendas. Las sucesivas revisiones y actualizaciones de la ordenanza buscan mejorar los criterios de diseño y ejecución de edificios, en el ámbito energético y de ahorro de emisiones, las que se establecen desde la normativa estatal y autonómica.

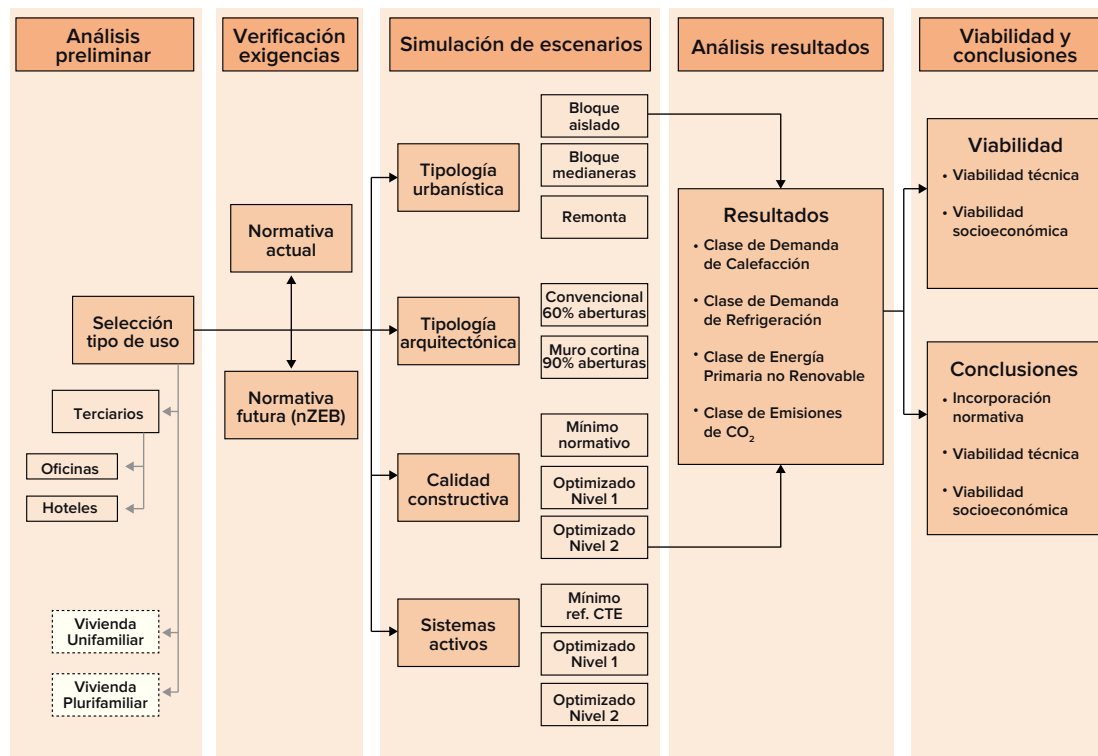
En la actualidad desde la Agencia de Energía se vuelve a plantear bajo qué criterios haría falta que la normativa energética municipal adecuase sus criterios objetivos con tal de alinearse con el estándar que se está promoviendo desde Europa y facilitar el cumplimiento de los compromisos de Barcelona acerca de la lucha contra el cambio climático. Este trabajo forma parte de los estudios que permitirán valorar los criterios energéticos que deberían recoger la normativa municipal.

En este contexto, el objetivo de este estudio es el de analizar la viabilidad de incorporar nuevos criterios energéticos en el diseño de edificios de nueva planta de tipología terciario con mayor potencial de desarrollo en la ciudad como son: los edificios de uso administrativo/oficinas y los edificios destinados a alojamiento/hoteleros. El estudio pretende comprobar la posibilidad de incorporar nuevos criterios en el contexto normativo actual y futuro. Se comprueba también que estos criterios prestacionales sean asumibles respecto a la dificultad técnica que puedan suponer, a las tecnologías disponibles, al sobrecoste económico asociado y a las herramientas de validación y justificación que tienen a disposición los técnicos.

## Síntesis, resumen ejecutivo

El estudio ha utilizado una metodología de trabajo que se sintetiza en el siguiente esquema en que se pueden apreciar las fases y tareas realizadas:

Esquema metodología estudio edificios terciarios



Tal como se explica en el [apartado 1](#) del informe, la aplicación de la metodología comienza por identificar las tipologías edificatorias de edificios terciarios con mayor desarrollo actual y previsión de desarrollo futuro en la ciudad. Tomando como referencia diferentes fuentes de datos, desde la base de datos de la propia AEB en cuanto a proyectos que tramitan su licencia de nueva construcción, las previsiones de desarrollo de proyectos en los diferentes sectores urbanísticos de la ciudad, así como las estimaciones hechas en el “Pla d’energia, canvi climàtic i qualitat de l’aire de Barcelona (PECQ 2011-2020)”, se identifica que la tipología de edificios terciarios representa un 42% del total de edificios de obra nueva. Dentro de esta tipología los edificios de oficinas y los destinados a alojamiento suponen las categorías de mayor peso, por lo que el estudio que aquí se presenta se centra en el análisis detallado de estas tipologías.

Tal como se explica en el [apartado 3](#) del estudio, al revisar el potencial de desarrollo futuro de proyectos para las tipologías seleccionadas en la ciudad por distritos y sectores, se identifica que la construcción de bloques aislados ya sea para hoteles u oficinas supone el potencial más alto en términos de m<sup>2</sup> construibles y en segundo término el potencial más importante sería el de actuaciones en solares entre medianeras en distritos y barrios ya consolidados. Estas dos tipologías, bloque aislado y edificio entre medianeras se han considerado como referencia para construir los modelos a estudiar.

Dentro de las tipologías de uso seleccionadas también se ha considerado oportuno evaluar modelos diferentes de tipologías arquitectónicas respecto a la proporción lleno/vacío de la envolvente térmica, por su relevancia respecto de los resultados de demanda energética y consumo final de energía que suponen. Se han estudiado dos modelos, el primero basado en una proporción 60% aberturas

y 40% partes macizas, similar al que toma como referencia la normativa vigente de certificación energética para edificios terciarios y se contrastan los resultados respecto a la denominada tipología de “Muro cortina” que supone un 90% de aberturas respecto al 10% de macizos aproximadamente.

En el [apartado 4](#) del estudio, se desarrolla el análisis de las exigencias normativas en vigor para las tipologías objeto de estudio, tanto en el ámbito estatal, autonómico y local, así como la consideración de la referencia normativa inminente en el ámbito europeo como es el edificio de consumo casi nulo nZEB por sus siglas en inglés (Nearly Zero Energy Building). La identificación de las condiciones de diseño/prescripciones mínimas y la referencia futura son fundamentales a la hora de contextualizar los nuevos criterios energéticos que debería recoger la normativa municipal.

Una vez identificadas las tipologías objeto de estudio y el contexto normativo de referencia, se han definido diferentes modelos o escenarios de análisis sobre los cuales se han realizado simulaciones de su comportamiento energético. El objetivo de estas simulaciones es el de identificar las demandas y el consumo final de energía para cubrir los servicios contemplados en la directiva EPBD que regula las exigencias normativas en el ámbito europeo, es decir; para los servicios de Calefacción, Refrigeración, ACS e iluminación, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de dicho consumo.

Tal como se explica en el [apartado 2](#) del informe, la simulación del comportamiento térmico de los modelos estudiados se ha realizado utilizando la herramienta unificada Lider Calener - HULC desarrollada por la administración del estado, que se ajusta a las condiciones de cálculo establecidas en el marco de las directivas de eficiencia energética, y que cumple con la condición de ser de uso abierto, reconocida por los organismos de control y revisión de los procesos de justificación y cumplimiento normativo.

La definición de los modelos a simular parte de la consideración de un escenario denominado “BASE” que se corresponde con un edificio que se limita a cumplir con las exigencias mínimas de la normativa actual para los elementos que determinan el consumo final de energía en el edificio, es decir, un edificio cuyas características constructivas se ajustan a los requerimientos mínimos de demanda energética anual de energía que garantice las condiciones de confort reglamentarias tanto en invierno como en verano, y para cubrir las necesidades mínimas de agua caliente sanitaria. Este escenario considera también las exigencias mínimas de la normativa respecto de la cobertura solar para el ACS (térmica y fotovoltaica).

A partir del modelo base se han establecido opciones que mejoren la prestación final del edificio en términos de necesidades a cubrir (demanda energética) como de consumo final de energía. En la definición de estas posibles mejoras, se ha considerado una primera aproximación a la viabilidad tanto técnica como económica de las opciones estudiadas. En el análisis se ha valorado el esfuerzo que para el promotor y para el equipo redactor de un proyecto suponen las diferentes opciones planteadas, que se centran en la optimización del nivel de aislamiento general del edificio (partes macizas, aberturas, particiones, etc.) como en el rendimiento de los sistemas activos que cubren las demandas (Rendimiento de equipos de producción de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación).

Las opciones de mejora propuestas y estudiadas han tenido en consideración también tanto las “prácticas habituales” como las “buenas prácticas”, a partir de la experiencia de la propia AEB según los expedientes tramitados y el equipo redactor del documento por su participación en la redacción de proyectos. Tal como se explica en detalle en el [apartado 3.3](#), en el caso de las opciones de sistemas de climatización, teniendo en cuenta la elevada repercusión que pueden tener sobre el resultado final de consumo energético, se han validado las opciones estudiadas respecto a bases de datos y estudios sobre las características de los equipos de uso habitual en base a su rendimiento teórico y real.

A partir de los resultados obtenidos en los diferentes escenarios simulados, se han identificado los conjuntos de mejora o paquetes de actuación que permitirían alcanzar objetivos más ambiciosos de

eficiencia energética, respecto de los que contempla la normativa de obligado cumplimiento y que permitirían dar un paso hacia el objetivo común europeo del edificio con consumo casi nulo nZEB. Tal como se explica en el [apartado 3.2](#), los modelos simulados plantean escenarios de optimización de diferente nivel de intensidad en las actuaciones que plantean.

En total, considerando las diferentes tipologías con sus variantes urbanísticas, arquitectónicas, constructivas y de sistemas activos, se han evaluado 112 modelos para la tipología de oficinas y 56 modelos para la tipología hotel.

Una vez obtenidos y comparados los resultados de las simulaciones de cada modelo, se han identificado aquellos que obtienen las mejores prestaciones, sobre los cuales se ha hecho una cuantificación económica específica y un análisis de su repercusión sobre el presupuesto global tal como se explica en el [apartado 6](#).

## Principales conclusiones y reflexiones

Los resultados obtenidos en los diferentes modelos simulados junto con las exigencias de mínimos normativos les sitúa en una clase B para los indicadores principales de la certificación energética (consumo de  $EP_{nr}$  y emisiones de  $CO_2$ ). La utilización de criterios más exigentes respecto del mínimo normativo situaría a los edificios en clase A para estos indicadores y supone necesariamente las siguientes estrategias:

- Promover la optimización de la calidad constructiva en cuanto a niveles de aislamiento, eliminación de puentes térmicos y estanqueidad de la envolvente.
- Consecuente con la estrategia anterior (edificios más aislados y estancos), se debería optimizar los niveles de disipación de calor a través de la ventilación, ya sea superando los requerimientos mínimos de la normativa en términos de freecooling y recuperación de calor, o si las condiciones del entorno lo permiten, aumentando el potencial de la ventilación natural.
- En el contexto del edificio de consumo casi nulo, se requiere un balance energético que contemple el aporte de energías renovables de forma significativa. El estudio pone de manifiesto la importancia de la cobertura solar mínima de la demanda de ACS de los edificios y la aportación renovable de las instalaciones fotovoltaicas, como instrumento de mejora de la calificación energética final también en el sector terciario. En cualquier caso esta decisión requiere el soporte de acciones legislativas que promuevan y no penalicen el autoconsumo o el vertido de excedentes de producción a la red.

A manera de síntesis, el estudio demuestra que para las tipologías estudiadas, si se toma como referencia el desarrollo habitual de la redacción de un proyecto, es fundamental incorporar desde el diseño inicial, la implementación de criterios de elevada calidad constructiva del edificio. Es decir, prever el funcionamiento pasivo que aproveche la captación solar y se beneficie de la inercia térmica de los materiales, los niveles de aislamiento óptimos, asegurando la continuidad de los mismos (o eliminando puentes térmicos), la protección solar de las aberturas, la estanqueidad del edificio, entre otros. En este sentido, se considera que las normativas, los mecanismos de control y seguimiento o el autocontrol que el propio equipo redactor se aplique en este nivel deben permitir asegurar un edificio de bajas necesidades a cubrir (bajas demandas) y disminuir su dependencia del consumo energético asociado a los sistemas con independencia de la bondad o limitación de sus prestaciones.

Una vez se haya agotado la vía de la reducción de las demandas a cubrir, todo el esfuerzo se debería volcar en la selección de sistemas activos que las cubran de la manera más eficiente. En este sen-



tido entran en juego dos conceptos fundamentales, el rendimiento de los sistemas seleccionados y los combustibles que se empleen para ello. Sistemas con elevado rendimiento medio estacional podrían compensar la ineficiencia de las fuentes energéticas que emplean (Aeroterminia, geotermia por ejemplo), igualmente, de forma indirecta se deberían considerar estrategias como priorizar la centralización por delante de la individualización, la adecuación de la fuente energética a los servicios que se prestan, el diseño de los sistemas que minimice las pérdidas en generación, distribución, emisión y regulación.

Se pone de manifiesto también a partir de los resultados obtenidos en este estudio, que para las tipologías estudiadas de terciarios, en edificios que hagan un esfuerzo significativo por reducir sus necesidades de climatización, ya sea por optimización de la envolvente y la calidad constructiva y/o por la bondad de sus sistemas en cuanto a rendimiento y consumo final de energía, la iluminación se convierte en un uso energético de peso sustancial (si no el mayor).

Se advierte la necesidad de definir una estrategia desde el proyecto arquitectónico que priorice el uso de luz natural en los edificios y que prevea el uso de sistemas de elevada eficiencia de manera que requieran el mínimo uso de luz artificial y que ésta sea de elementos de altas prestaciones y con un nivel de control y regulación riguroso.

## 1. Objetivo

Análisis de los criterios energéticos en relación con los edificios de uso terciario de oficinas y hoteles, con la finalidad de valorar el impacto y la viabilidad de su implantación en la normativa municipal. Validar el grado de exigencia propuesto, las opciones de justificación y la viabilidad de su implementación.

El actual CTE HE y la propuesta de modificación de los Ministerios de Fomento e Industria, ya considera los objetivos de calidad energética en la construcción de los edificios en términos de clase energética para el indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> de la certificación energética de edificios. También se proponen criterios de justificación relacionados con las herramientas a utilizar.

Las bases para la actualización del documento DB-HE proponen una reestructuración de los indicadores de eficiencia energética que podría resumirse en los siguientes criterios establecidos en el apartado 3.1 de dicho documento:

- La evaluación de la eficiencia energética debe contemplar el conjunto de las necesidades de energía del edificio, incluyendo el uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Se requiere una visión más integrada, menos parcializada por servicios y tecnologías, de las estrategias de eficiencia energética.
- La evaluación de la envolvente térmica no debe limitarse a controlar la calidad constructiva mínima de sus componentes, sino que debe incluir más aspectos del diseño pasivo y el tratamiento eficiente de las protecciones solares.

En base a estos criterios, en este estudio se ha analizado la viabilidad de la implantación de nuevos criterios de eficiencia, validados no solo respecto a los indicadores principales de eficiencia energética de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·a y kWh/m<sup>2</sup>·a de energía primaria, sino también en relación a los indicadores parciales de demanda de calefacción y refrigeración que permiten una valoración más equilibrada del edificio en cuanto a estrategias pasivas y activas de actuación.

Se trata en definitiva de analizar la viabilidad de la implantación de nuevos criterios energéticos, su pertinencia respecto a la normativa vigente y futura, y contrastar las opciones de justificación y cumplimiento para los usuarios.

## 2. Metodología

El estudio se desarrolla a partir del análisis de algunos edificios seleccionados teniendo en cuenta las características del parque edificatorio de Barcelona y el contraste de los resultados respecto a las exigencias mínimas vigentes en la normativa. Las tareas previstas y las herramientas utilizadas se explican a continuación.

### 2.1. Tareas y fases desarrolladas

#### 1. Selección de edificios objeto de estudio

Con el fin de estudiar la viabilidad de los criterios energéticos que pueda incorporar la normativa municipal, y por interés propio de la AEB, se ha seleccionado como objeto de estudio, edificios pertenecientes a las tipologías edificatorias de oficinas y hoteles más representativas de los edificios de obra nueva que tramitan expedientes ante la AEB.

Para realizar esta selección se han estudiado los registros y bases de datos de la propia AEB, aunque estas pueden verse sensiblemente modificadas de acuerdo a planificaciones posteriores.

#### 2. Análisis de nuevos criterios energéticos de edificación respecto a los mínimos normativos vigentes

Se estudian las exigencias de la normativa en curso, con el objetivo de situar y valorar los criterios energéticos de edificación que se deberían implementar en un futuro próximo en la normativa municipal.

En el ámbito estatal y autonómico, se han analizado las exigencias mínimas de la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación - CTE. Se estudian los documentos:
  - DB HE Documento de energía
  - DB HS Documento de salubridad
- Título 8, sobre energía solar, de la Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas RITE
- Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya

En cuanto a las exigencias futuras, aunque no hay una definición específica en el ámbito estatal del alcance y las exigencias específicas de los edificios de consumo casi nulo nZEB, dada la proximidad de cumplimiento de esta exigencia (2020 para todos los edificios de obra nueva y 2018 para los edificios públicos), se ha considerado oportuno para este trabajo realizar una comparativa respecto al estado de la cuestión de la transposición a escala europea de lo que hacen otros países, y las tendencias de los principales indicadores asociados a esta exigencia futura.

El análisis de las exigencias de cada uno de estos documentos se realiza teniendo en cuenta las características de los edificios seleccionados como objeto de estudio.

#### 3. Comprobación de viabilidad de la utilización de nuevos criterios energéticos

Sobre las tipologías seleccionadas como objeto de estudio, se realizan las comprobaciones necesarias sobre el impacto que tendría la utilización de nuevos criterios energéticos en la edificación en el sector terciario en la ciudad de Barcelona. Las tareas realizadas son:

- Simulación de la demanda el consumo y las emisiones asociadas. Con el objetivo de validar, por un lado, el cumplimiento normativo vigente, así como el esfuerzo de asumir la utilización de criterios energéticos de diseño más exigentes.

La simulación, tal como se explica en el siguiente apartado, se realiza con herramientas de uso público, gratuito y reconocidas oficialmente para la verificación normativa.

- Evaluación preliminar de la viabilidad técnica y económica. A partir de valores de referencia de bases de datos como el banco BEDEC del ITeC, el generador de precios de Cype, estimaciones propias y de estudios de referencia.

## 2.2. Herramienta de cálculo

Consideramos que la justificación del cumplimiento de los objetivos energéticos en el diseño y construcción de edificios deberían estar al alcance de cualquier usuario. Se ha trabajado en el estudio de los criterios y su verificación utilizando herramientas de carácter público, gratuitas y que tengan el reconocimiento oficial para esta tarea.

La herramienta elegida es la Herramienta Unificada LIDER CALENER desarrollada por los Ministerios de Fomento, Industria, Energía y Turismo de España. Esta herramienta incluye la unificación en una sola plataforma de los anteriores programas generales oficiales utilizados para la evaluación de la demanda energética y del consumo energético y de los Procedimientos Generales para la certificación energética de Edificios (LIDER-CALENER), así como los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), los dos actualizados en el año 2013.



*Herramienta de cálculo HULC escogida para desarrollar este estudio.*

Se ha trabajado con la versión oficial de la herramienta unificada HULC versión 1.0.1493.1049 de fecha del 10 de marzo de 2016.

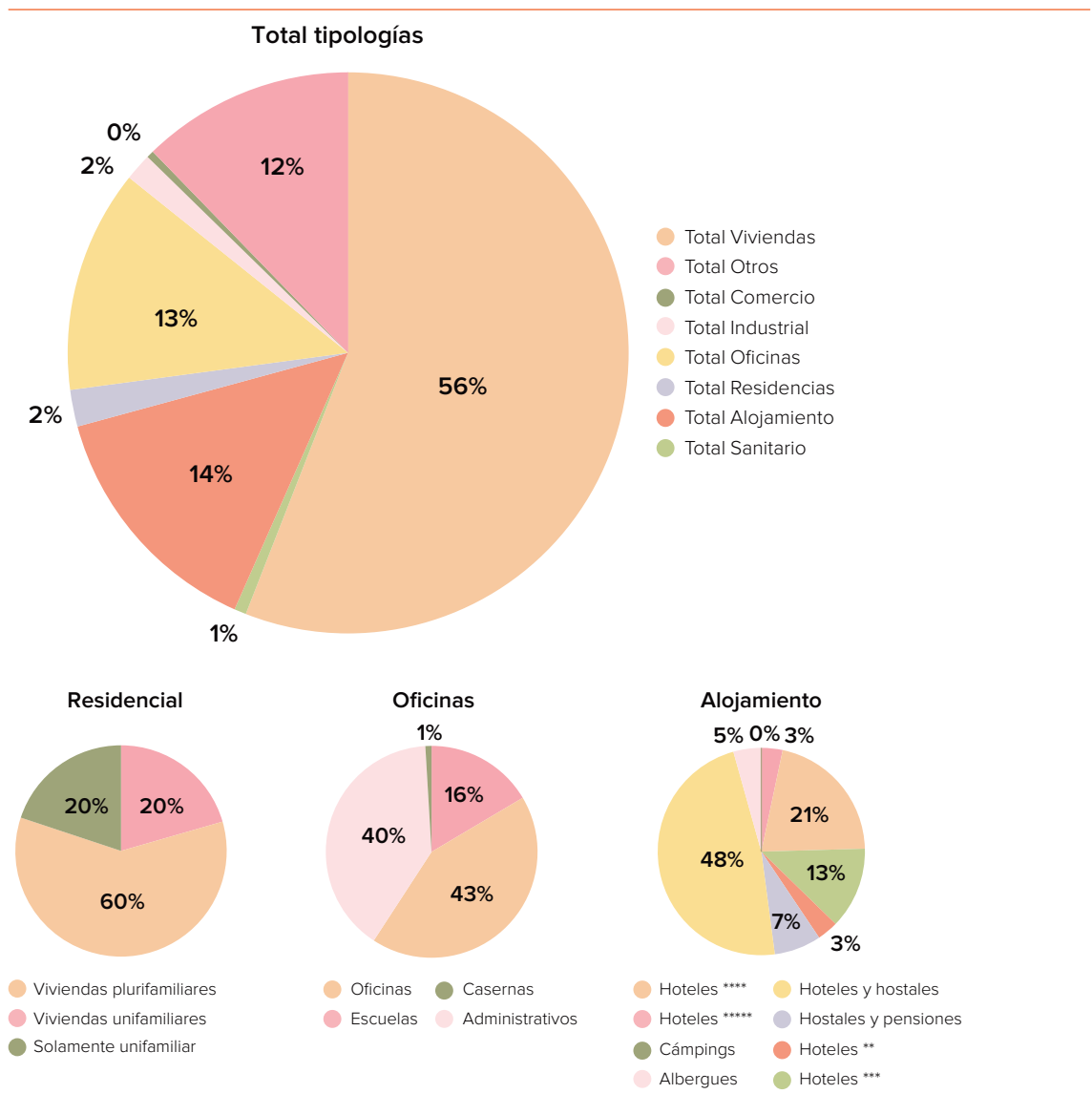
### 3. Selección de edificios a estudiar

#### 3.1. Identificación de tipologías a partir de datos estadísticos

Se han consultado diferentes fuentes estadísticas de referencia como son:

- Las bases de datos de la misma AEB respecto de los expedientes tramitados.
- Previsión desarrollo urbanístico de la ciudad de Barcelona.
- Plan de energía, cambio climático y calidad del aire de Barcelona (PECQ 2.011 a 2.020).

En primer lugar, se han realizado consultas a las bases de datos de la AEB sobre una muestra de 5.665 expedientes, para el período 2007-2014. A partir de esta muestra se han identificado las tipologías de más peso para los casos de expedientes de obra nueva tal como se representa en el siguiente gráfico:



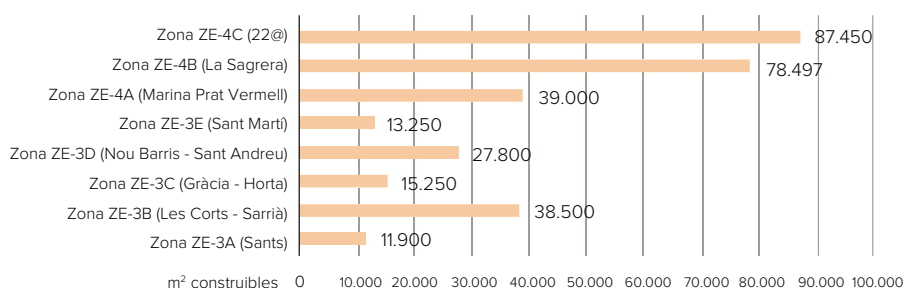
Datos obtenidos en expedientes de obra nueva totales por tipología (parte superior) y detallado por las principales tipologías (parte inferior).

Se identifica que los edificios de oficinas suponen un 13% del total de edificios registrados en la base de datos de la AEB. Los edificios destinados al alojamiento suponen un 14%.

También se han analizado los datos de previsión desarrollo urbanístico de la ciudad de Barcelona para cada una de las tipologías a estudiar. En cuanto al uso hotelero se ha revisado la previsión de desarrollos urbanísticos en la Ciudad según la normativa vigente, considerando los planes especiales en algunos sectores específicos de la Ciudad, y se ha revisado la reciente normativa (marzo de 2016) relativa a la posible moratoria para el crecimiento de esta tipología en algunos sectores.

El análisis de la documentación permite concluir que existe un potencial de 311.647 m<sup>2</sup> de uso hotelero construibles en la ciudad de Barcelona. Estos m<sup>2</sup> se reparten en diferentes sectores de acuerdo con las posibilidades del planeamiento vigente tal como se resume a continuación:

### Previsión desarrollo urbanístico - m<sup>2</sup> de uso hotelero

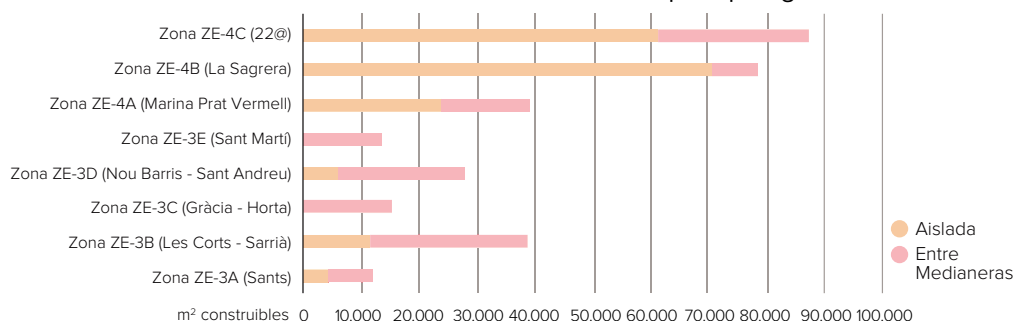


Potencial de desarrollo de proyectos de uso hotelero en Barcelona según normativa urbanística en vigor 2016. Elaboración propia de Societat Orgànica.

Destacamos, en cuanto a potencial de actuación, el caso del distrito 22 @ y La Sagrera con mucha diferencia respecto al resto de sectores de la Ciudad. Y a continuación los posibles desarrollos en los sectores de La Marina Prat Vermell, Les Corts-Sarrià y Nou Barris-Sant Andreu, respectivamente.

Considerando el tipo de actuación que permite cada plan urbanístico, teniendo en cuenta el tipo de edificación, edificio aislado o edificio entre medianeras, se ha hecho una estimación de lo que sería el desarrollo de cada una de estas tipologías en cada plan de actuación específico. Los resultados se presentan en el siguiente gráfico:

### Previsión de desarrollo urbanístico – m<sup>2</sup> de uso hotelero por tipología

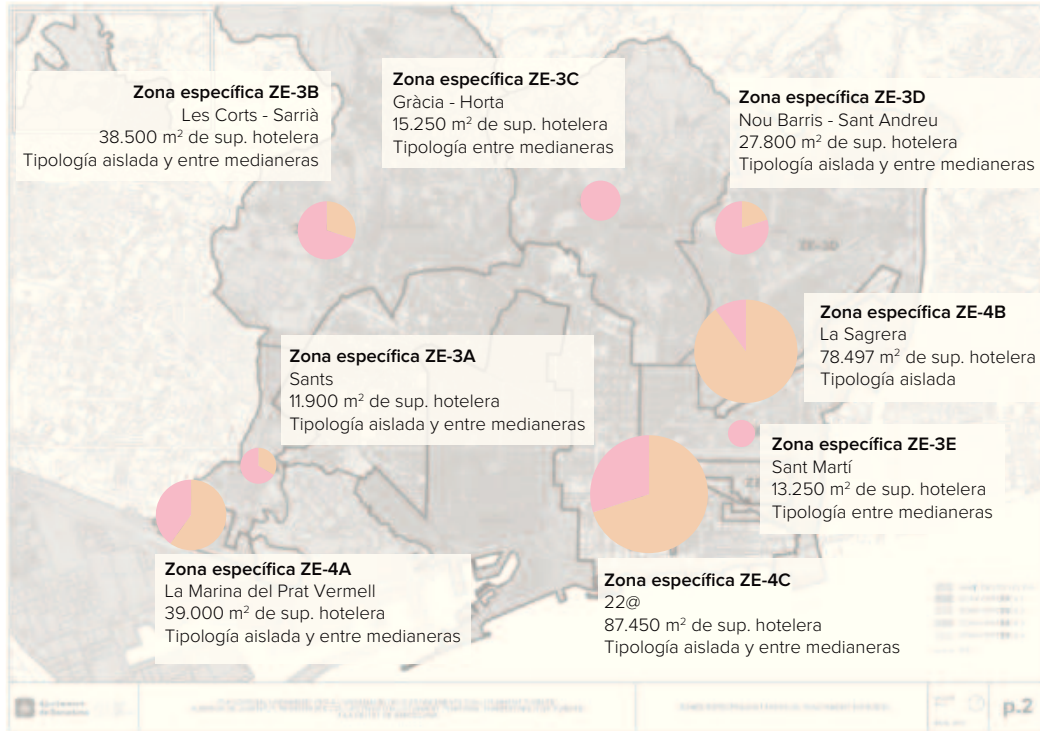


	Zona ZE-3A (Sants)	Zona ZE-3B (Les Corts - Sarrià)	Zona ZE-3C (Gràcia - Horta)	Zona ZE-3D (Nou Barris - Sant Andreu)	Zona ZE-3E (Sant Martí)	Zona ZE-4A (Marina Prat Vermell)	Zona ZE-4B (La Sagrera)	Zona ZE-4C (22@)
Aislado	4.000	11.550		5.560		23.400	70.647	61.215
Entre medianeras	7.900	26.950	15.250	22.240	13.250	15.600	7.850	26.235

Potencial de desarrollo de proyectos de uso hotelero por zonas y tipologías, según la normativa urbanística en vigor 2016. Elaboración propia de Societat Orgànica.

En la imagen siguiente se sitúan gráficamente las posibilidades de desarrollo de proyectos hoteleros por sectores de la ciudad de Barcelona.

### Previsión desarrollo urbanístico – uso hotelero



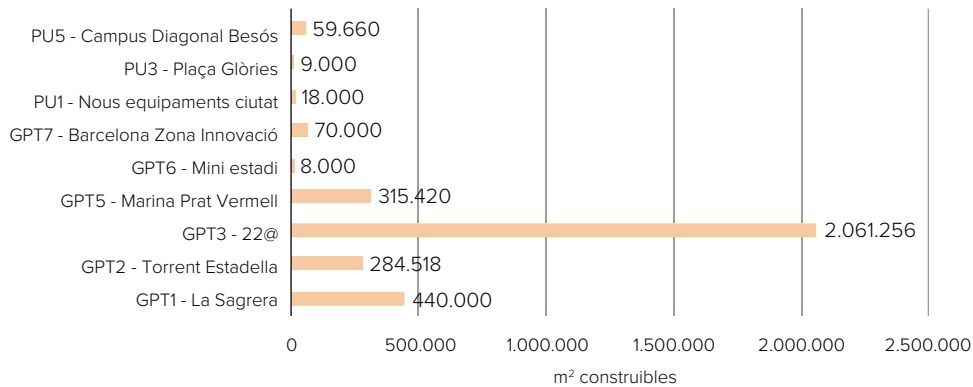
● Aislada ● Entre medianeras

*Síntesis del potencial de desarrollo de proyectos de uso hotelero en Barcelona por sectores e intensidades, según la normativa urbanística en vigor 2016.*

*Elaboración propia de Societat Orgànica. Fuente: Pla especial per l'ordenació dels establiments d'allotjament turístic, albergos de joventut, residències col·lectives d'allotjament temporal i habitatges d'ús turístic a la ciutat de Barcelona (Marzo 2016).*

En cuanto al uso de oficinas, el potencial de desarrollo de proyectos está ligado al potencial de nuevos proyectos de usos terciarios en la Ciudad (en el que se incluye el uso de oficinas). El análisis de la normativa vigente y los planes urbanísticos específicos a desarrollar por sectores prevé un potencial de desarrollo de 3.265.854 m<sup>2</sup> que se repartirían de la siguiente manera de acuerdo con los planes urbanísticos previstos:

## Previsión de desarrollo urbanístico - m<sup>2</sup> de uso terciario

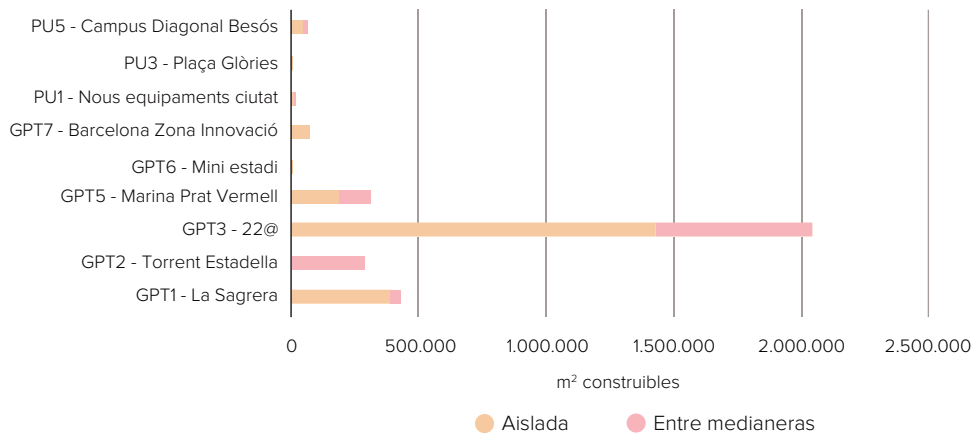


Potencial de desarrollo de proyectos de uso terciario en Barcelona según la normativa urbanística en vigor 2016. Elaboración propia de Societat Orgànica.

Destacan, en cuanto a potencial de actuación, el caso del distrito 22 @ con mucha diferencia respecto al resto de sectores de la Ciudad, y a continuación los posibles desarrollos en los sectores de la Sagrera, La Marina Prat Vermell y Torrent Estadella, respectivamente.

Del mismo modo que en el caso de los edificios hoteleros se ha hecho una estimación de lo que sería el desarrollo de cada una de las tipologías (aislada o entre medianeras) en cada plan de actuación específico. Los resultados se presentan en el siguiente gráfico:

## Previsión de desarrollo urbanístico - m<sup>2</sup> de uso terciario por tipología



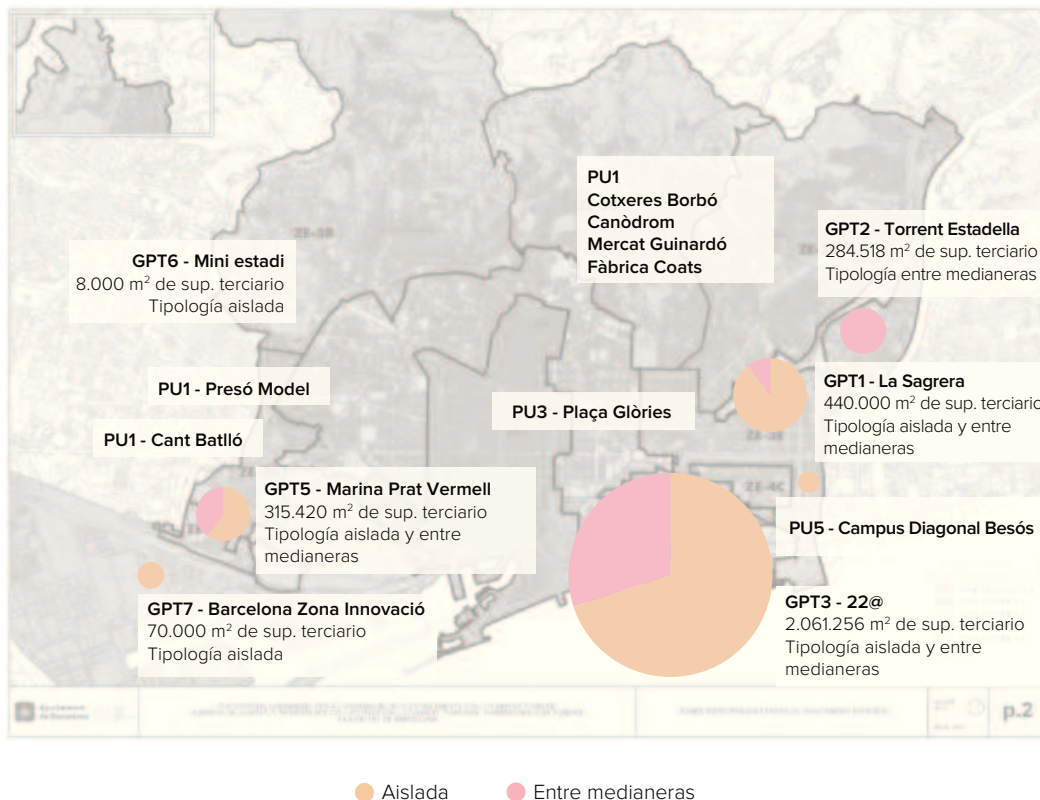
	GPT1 - La Sagrera	GPT2 - Torrent Estadella	GPT3 - 22@	GPT5 - Marina Prat Vermell	GPT6 - Mini estadi	GPT7 - Barcelona Zona innovació	PU1 - Nous equipaments ciutat	PU3 - Plaça Glòries	PU5 - Campus Diagonal Besós
Aislado	396.000		1.442.879	189.252	8.000	70.000	14.400	9.000	47.728
Entre medianeras	44.000	284.518	618.377	126.168			3.600		11.932

Potencial de desarrollo de proyectos de uso terciario en Barcelona según la normativa urbanística en vigor 2016. Elaboración propia de Societat Orgànica.



A partir de esta información, en la imagen siguiente se sitúan gráficamente las posibilidades de desarrollo de proyectos de uso terciario por sectores de la ciudad de Barcelona.

### Previsión de desarrollo urbanístico - uso terciario



*Síntesis del potencial de desarrollo de proyectos de uso terciario en Barcelona por sectores e intensidades, según la normativa urbanística en vigor 2016.*

*Elaboración propia de Societat Orgànica. Fuente: Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona (PECQ 2011-2020).*

### 3.2. Justificación de las tipologías estudiadas

El objetivo de este estudio es trabajar sobre la tipología de edificios terciarios que representan un 42% del total de edificios de obra nueva. Concretamente dentro de esta tipología se seleccionan en concreto edificios de oficinas (13% respecto del total de edificios terciarios de nueva construcción) y de alojamiento (14% respecto del total de terciarios).

#### Edificio Terciario - Tipología Oficinas

Se considera que esta tipología representa un significativo porcentaje en la Ciudad y en desarrollo en zonas como el distrito de Sant Martí 22@, o en desarrollos futuros como el barrio de La Sagrera o el de Marina de la Zona Franca. Se ha previsto una tipología con locales comerciales en planta baja y 5 plantas dedicadas a oficinas.

#### Edificio Terciario - Tipología Alojamiento-Hotelero

Se considera que esta es una tipología bastante significativa y representativa de la ciudad de Barcelona, que representa el 14% de la edificación nueva y que, a pesar de las revisiones recientes de la normativa de desarrollo, tiene una tendencia de evolución futura a varios distritos de la ciudad. Esta tipología se ha previsto en un edificio de planta baja y 5 plantas todo él dedicado a este uso de alojamiento.

### 3.2.1. Variaciones de análisis sobre las tipologías seleccionadas

Para cada una de las tipologías edificatorias se han tenido en consideración algunas variantes sobre la tipología arquitectónica, las calidades constructivas, la intensidad de uso: teniendo en cuenta la generación de cargas internas o el tipo de sistema de climatización y ventilación empleado, en función de la eficiencia energética. Las variantes consideradas con estos criterios son los siguientes:

#### Edificio Terciario - Tipología Oficinas

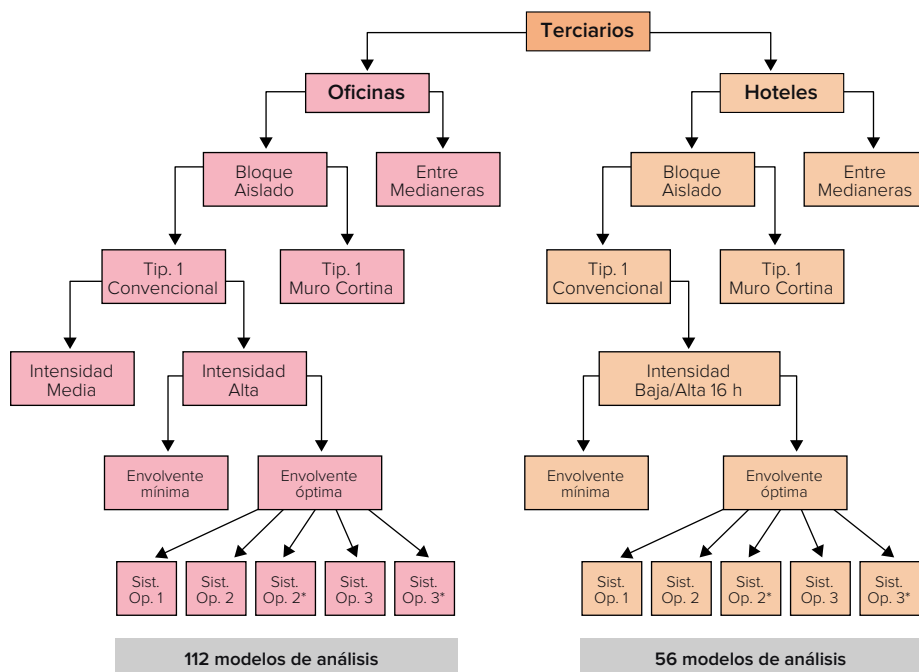
- Variantes tipológicas (2):
  - Edificio aislado
  - Edificio entre medianeras
- Variantes arquitectónicas (2):
  - Tipología “Convencional” en el que la relación lleno/vacío (macizos/huecos) no supera el 60%-40% respectivamente.
  - Tipología “Muro cortina”: edificio en el que predomina los cierres semitransparentes por encima del 60%.
- Variantes constructivas (2):
  - Edificio con una envolvente térmica que le permite cumplir con las exigencias mínimas del CTE.
  - Edificio con envolvente térmica optimizada en cuanto a grado de aislamiento, permeabilidad al aire y protecciones solares.
- Variantes intensidad de uso (2):
  - Edificio con carga interna de equipamiento, empleo y funcionamiento media, según lo establecido en el Apéndice A del CTE HE1.
  - Edificio con carga interna de equipamiento, empleo y funcionamiento alta, según lo establecido en el Apéndice A del CTE HE1.
- Variantes de sistemas activos (5):
  - Sistemas de climatización (3). Tal como se explicará de forma detallada más adelante en este mismo documento, se han considerado tres opciones a partir de diferentes hipótesis de eficiencia asociada al rendimiento de los sistemas de climatización.
  - Sistemas de alumbrado (2): teniendo en cuenta el peso que tiene el consumo de energía asociado a la iluminación en las tipologías seleccionadas, se plantean dos escenarios a partir de las exigencias mínimas del CTE HE3 y un escenario de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

#### Edificio de uso hotelero

- Variantes tipológicas (2):
  - Edificio aislado
  - Edificio entre medianeras
- Variantes arquitectónicas (2):
  - Tipología “Convencional” en el que la relación lleno/vacío (macizos/huecos) no supera el 60%-40% respectivamente.
  - Tipología “Muro cortina”: edificio en el que predomina los cierres semitransparentes por encima del 60%.
- Variantes constructivas (2):
  - Edificio con una envolvente térmica que le permite cumplir con las exigencias mínimas del CTE.

- Edificio con envolvente térmica optimizada en cuanto a grado de aislamiento, permeabilidad al aire y protecciones solares.
- Variantes intensidad de uso (1):
  - En las plantas de habitaciones, se consideran cargas internas de equipamiento, empleo y funcionamiento (8 h) baja, según lo establecido en el Apéndice A del CTE HE1. En la planta baja, correspondiente al lobby y recepción y servicios complementarios, se consideran cargas altas y funcionamiento de 16 h.
- Variantes de sistemas activos (5):
  - Tal como se explicará de forma detallada más adelante en este mismo documento, se han considerado tres opciones a partir de diferentes hipótesis de eficiencia asociada al rendimiento de los sistemas de climatización.
  - Sistemas de alumbrado (2): teniendo en cuenta el peso que tiene el consumo de energía asociado a la iluminación en las tipologías seleccionadas, se plantean dos escenarios a partir de las exigencias mínimas del CTE HE3 y un escenario de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

La consideración de las diferentes variantes y tipologías produce una gran variedad de casos simulados y analizados tal como se resume en la siguiente imagen:



Síntesis de tipologías y variantes estudiadas.

### 3.3. Presentación de los casos estudiados

Las principales características de los edificios seleccionados se resumen a continuación y se explican de forma detallada en el Anexo 2.

---

### Tipología 1. Tipología Terciario – edificio en bloque aislado



**Uso de oficinas:** Se ha definido un bloque aislado de planta baja + 5, al ser una edificación aislada tiene fachadas en todas las orientaciones. En la planta baja se ha considerado locales comerciales y el acceso al edificio. La parte correspondiente a las oficinas consta de 5 plantas tipo de 4 oficinas por planta de idénticas características de 77 m<sup>2</sup> aproximadamente para oficina (1.540 m<sup>2</sup> de superficie total de oficinas). En la parte central existe la zona de circulación de 40 m<sup>2</sup> (accesos, ascensores y escaleras). El total de la edificación es de 2.130 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Se han considerado edificaciones vecinas de la misma altura, a 15 m de distancia de las fachadas del bloque.

**Uso alojamiento (hotel):** Se ha definido un bloque aislado de planta baja + 5, al ser una edificación aislada tiene fachadas en todas las orientaciones. En la planta baja se han considerado las zonas de recepción, zonas comunes, restauración y el acceso al edificio. Este edificio también consta de 5 plantas tipo donde se ubican las estancias para alojamiento con una superficie total de unos 308 m<sup>2</sup> aproximadamente por planta (2.130 m<sup>2</sup> de superficie total de edificio). En la parte central existe la zona de circulación de 40 m<sup>2</sup> (accesos, ascensores y escaleras).

Se han considerado edificaciones vecinas de la misma altura, a 15 m de distancia de las fachadas del bloque.

---

### Tipología 2. Tipología Terciario – edificio entre medianeras



**Uso oficinas:** Edificio de oficinas entre medianeras situado en Barcelona con planta baja + 5, en la planta baja se ubican locales comerciales y el acceso al edificio. A las 5 plantas de oficinas hay una superficie para oficinas de 258 m<sup>2</sup> aproximadamente, de idénticas características (1.570 m<sup>2</sup> de superficie total de edificio). En la parte central existe la zona de circulación (accesos, ascensores y escaleras).

Se han considerado la orientación del Eixample (Norte a 45°) y edificaciones vecinas de la misma altura, a 15 m de distancia en ambas fachadas.

**Uso alojamiento (hotel):** Edificio de alojamiento (hotel) entre medianeras situado en Barcelona con planta baja + 5, en la planta baja se ubican las zonas de recepción, zonas comunes, restauración y el acceso al edificio. A las 5 plantas tipo se ubican las zonas de alojamiento con una superficie de 258 m<sup>2</sup> aproximadamente, de idénticas características las cinco plantas (1.570 m<sup>2</sup> de superficie total de edificio). En la parte central existe la zona de circulación (accesos, ascensores y escaleras).

Se han considerado la orientación del Eixample (Norte a 45°) y edificaciones vecinas de la misma altura, a 15 m de distancia en ambas fachadas.

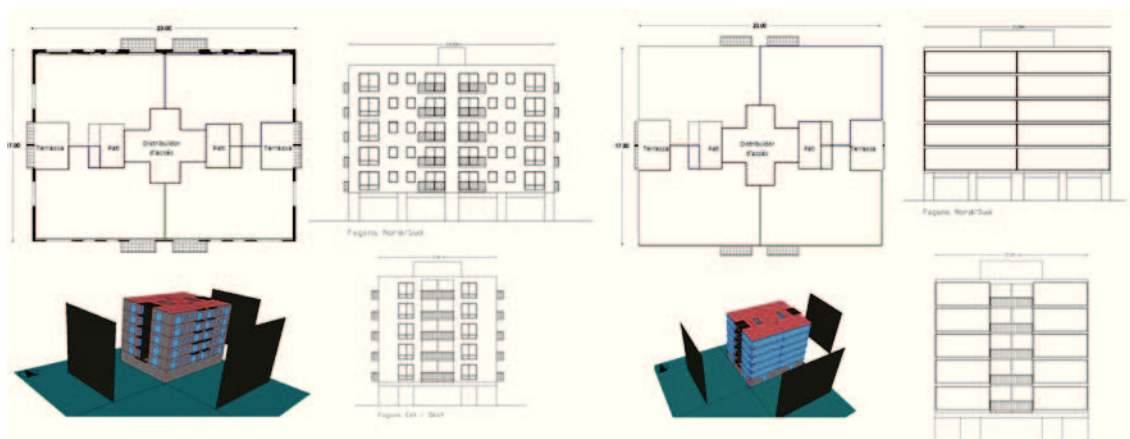
### 3.3.1. Características detalladas de las tipologías estudiadas

#### Características arquitectónicas

En las opciones llamadas “Convencional” y “Muro cortina”, que se utilizan en las dos tipologías de uso, se considera el edificio con una proporción de lleno/vacío como la que se expresa en la siguiente tabla:

Selección de tipologías: Bloque aislado con huecos del 35-40% - Convencional (izquierda).  
 Selección de tipologías: Bloque aislado con huecos del 90% - Muro cortina (derecha)

Características del Edificio	Tipología		Ratio ventanas / envolvente % (N/S/E/W)			
		Tipología Convencional	Planta baja	4%	4%	5%
		Planta Tipo	37%	37%	28%	28%
	Tipología Muro cortina	Planta baja	4%	4%	5%	5%
		Planta Tipo	86%	86%	96%	96%



*Síntesis de características de la envolvente en cuanto a la relación lleno/vacío en las tipologías estudiadas.*

#### Características constructivas

En primer lugar se ha definido el edificio que cumple con los requerimientos mínimos del CTE. Para ello se han creado los cierres con las características de los cerramientos del edificio de referencia que propone el documento “Condiciones técnicas de los Procedimientos para la Evaluación de la eficiencia energética de los edificios”, pág. 18 y 19.

Se ha ajustado la transmitancia U de los cierres teniendo en cuenta que se cumplan los requisitos mínimos para evitar la descompensación de la envolvente según lo establecido en la tabla 2.3 del CTE HE “Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente”. Y con la cantidad de aislamiento que le permite cumplir con la exigencia mínima de demanda según CTE HE1.

En segundo lugar se han definido mejoras que permitirían optimizar las características de la envolvente y reducir las necesidades energéticas a cubrir (demanda); para ello se ha tomado como referencia las características sugeridas en el Apéndice E del CTE para la zona climática correspondiente en Barcelona.

## Envolvente con características mínimas normativas

Parámetro	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno <sup>(1)</sup> [W/m <sup>2</sup> · 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 <sup>2</sup> · K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos <sup>(2)</sup> [W/m <sup>2</sup> · K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos <sup>(3)</sup> [m <sup>3</sup> /h · m <sup>2</sup> ]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

<sup>(1)</sup> Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o al primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50 m.  
<sup>(2)</sup> Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.  
<sup>(3)</sup> La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100 Pa.

Consideraciones sobre la envolvente térmica y la opción "mínimo CTE" estudiadas.

## Envolvente con características óptimas: Apéndice E CTE HE1

Transmitancia del elemento [W/m <sup>2</sup> K]	$\alpha$	A	B	C	D	E
$U_M$	0,94	0,50	0,38	0,29	0,27	0,25
$U_S$	0,53	0,53	0,46	0,36	0,34	0,31
$U_C$	0,50	0,47	0,33	0,23	0,22	0,19

$U_M$ : Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno.  
 $U_S$ : Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior).  
 $U_C$ : Transmitancia térmica de cubiertas.

Transmitancia del elemento [W/m <sup>2</sup> K]		$\alpha$	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5,5-5,7	2,6-3,5	2,1-2,7	1,9-2,1	1,8-2,1	1,9-2,0
	Media	5,1-5,7	2,3-3,1	1,8-2,3	1,6-2,0	1,6-1,8	1,6-1,7
	Baja	4,7-5,7	1,8-2,6	1,4-2,0	1,2-1,6	1,2-1,4	1,2-1,3

Nota: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Consideraciones sobre la envolvente térmica y la opción "Óptima" estudiadas.

Hay que remarcar que se han tenido en cuenta también las exigencias y consideraciones del Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya 21/2006, que, por ejemplo, con respecto a las protecciones solares en las fachadas más expuestas supera en exigencia al CTE.

### Condiciones de operatividad y funcionamiento

Tal como se ha comentado antes, para el **uso de oficinas**, se opta por dos opciones. En la primera opción se asigna a todo el edificio el perfil definido en el CTE HE1 como "Intensidad Media-12 h-Acondicionado". Existen unos espacios que dan al patio interior que se han definido como no habitable con nivel de estanqueidad 2.

Se han calculado las renovaciones de aire según CTE-HS3 (ver anexo) y según los resultados obtenidos se ha optado por el valor de 1,41 ren/h.

Tipología de uso	Agenda Funcionamiento	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Ocupación m <sup>2</sup> /ocup.	Caudal dm <sup>3</sup> /s	Ocupación	ren/h x Tipología	ren/h Total
Edificio Oficinas	Intensidad Media (12 h)	PB (Oficinas)	391,55	12	12,5	33	1,07	1,41
		P. Tipo (Oficinas)	1.542,20	12	12,5	129	1,25	
		P. Tipo (Z. No Habitable)	21,30					
		P. Tipo (Z. Comunes)	204,00	12	5,0	17	0,50	

En la segunda opción, para el uso de oficinas, se asigna al edificio el perfil definido en el CTE HE1 como “Intensidad Alta-12 h-Acondicionado”.

Se han calculado las renovaciones de aire según CTE-HS3 (ver anexo) y según los resultados obtenidos se adopta el valor de 2,29 ren/h.

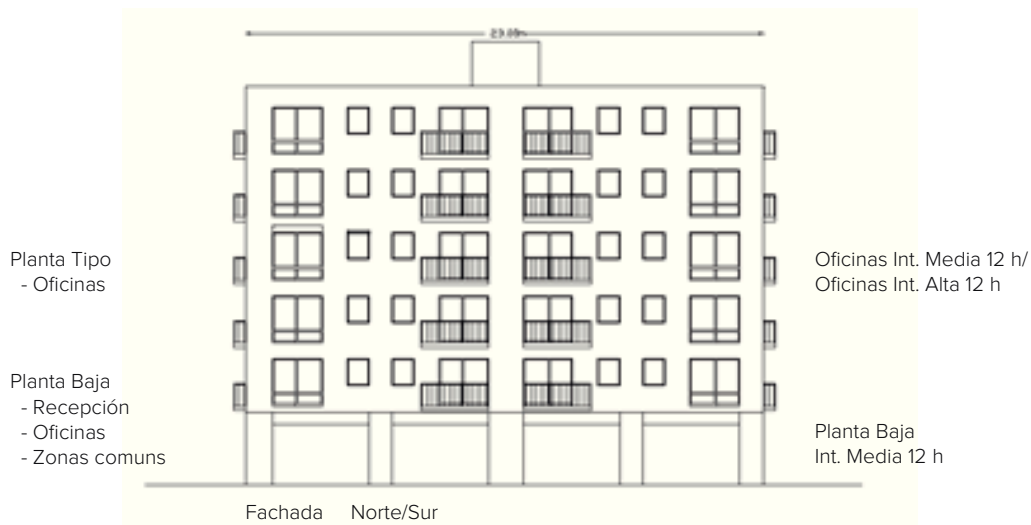
Tipología de uso	Agenda Funcionamiento	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Ocupación m <sup>2</sup> /ocup.	Caudal dm <sup>3</sup> /s	Ocupación	ren/h x Tipología	ren/h Total
Edificio Oficinas	Intensidad Alta (12 h)	PB (Oficinas)	391,55	7,2	12,5	54	1,79	2,29
		P. Tipo (Oficinas)	1.542,20	7,2	12,5	214	2,08	
		P. Tipo (Z. No Habitable)	21,30					
		P. Tipo (Z. Comunes)	204,00	7,2	5,0	28	0,83	

Para el **uso de hotel**, se opta por diferenciar el perfil de agenda entre la planta baja y el resto de plantas reservadas a alojamiento. Para la planta baja, destinada a la recepción, restauración, etc., se opta por asignar el perfil de la herramienta de “Intensidad Alta-16 h-Acondicionado”, en cambio con respecto a las plantas reservadas a pernoctación se opta por el perfil “Intensidad Baja-8 h-Acondicionado”, tal como se observa en la tabla de abajo.

En cuanto a las renovaciones de aire según el CTE-HS3 (ver anexo) y según los resultados obtenidos se adopta el valor de 0,80 ren/h.

Tipología de uso	Agenda Funcionamiento	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Ocupación m <sup>2</sup> /ocup.	Caudal dm <sup>3</sup> /s	Ocupación	ren/h x Tipología	ren/h Total
Edificio Hotel	Intensidad Alta (16 h)	PB (Recepción-Restauración)	391,55	7,2	12,5	32	1,05	0,80
	Intensidad Baja (8 h)	P. Tipo (Zona Alojamiento)	1.542,20	33,33	8,0	80	0,50	
		P. Tipo (Z. No Habitable)	21,30					
		P. Tipo (Z. Comunes)	204,00	7,2	5,0	28	0,83	

## Tipología de uso de oficinas



*Esquema de los perfiles de usos según la tipología del edificio.*

## Tipología de uso hotel



*Esquema de los perfiles de usos según la tipología del edificio.*

### Características de los sistemas de acondicionamiento

El consumo final de energía y su repercusión en términos de energía primaria o emisiones de CO<sub>2</sub> se relaciona directamente con la eficiencia en los sistemas de acondicionamiento y producción de ACS previstos. Esta eficiencia se valora estimando el rendimiento medio estacional de los sistemas. A partir del COP y el EER de los equipos de producción, se trata de conocer este rendimiento, de modo que se pueda aproximar el cálculo de la energía finalmente consumida por los sistemas.

Al tratarse de edificios terciarios, se ha estudiado en primer lugar los equipos que se utilizan habitualmente y después el rendimiento de este tipo de sistemas que se podría considerar mínimo o habi-



tual. A partir de esta información se procede a identificar posibles sistemas más eficientes que sean asumibles en términos económicos, es decir, que no supongan un esfuerzo económico importante respecto a los sistemas que se utilizan habitualmente y que estén a disponibilidad de los usuarios.

De común acuerdo con los técnicos de la AEB ha considerado que los sistemas de compresión eléctricos tipo bomba de calor podrían ser una referencia adecuada para el tipo de instalación habitual en las tipologías edificatorias objeto de estudio. Se analizó entonces el volumen de equipos instalados y las características de los mismos.

En primer lugar, se ha realizado una búsqueda a partir de los datos registrados por la propia AEB de expedientes tramitados. La síntesis de resultados a partir de una muestra simbólica escogida es la siguiente:

### Datos consultados de expedientes AEB revisados

Núm procedimiento		2009/0191	2010/0065	2011/0053	2011/0077
Superficie	m <sup>2</sup>	8.909,81	2.234,55		
Uso principal		CAP y residencia	Hostal	Hotel	Oficinas
Programa funcional			2* - 116 plazas	4*	Investigación

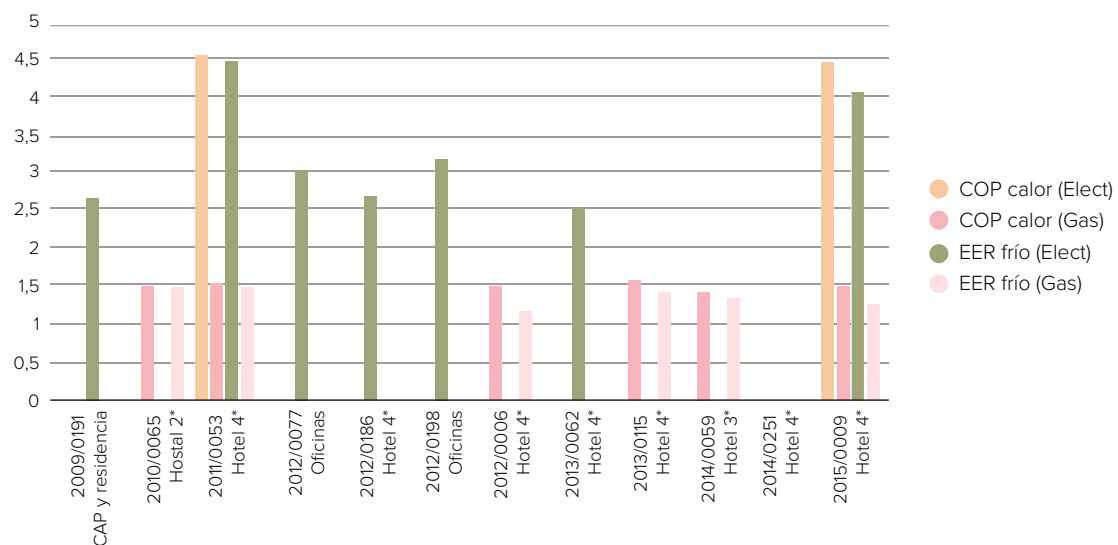
  

Núm procedimiento		2012/0198	2013/0006	2013/0062	2013/0115
Superficie	m <sup>2</sup>	28.513,77		3.048,44	
Uso principal		Oficina	Hotel	Hotel	Hotel
Programa funcional		Sede corporativa	4*	4* - 146 plazas	4* - 121 plazas

Núm procedimiento		2013/0115	2014/0059	2014/0251	2015/0009
Superficie	m <sup>2</sup>		2.953,31	9.421,55	6.398,00
Uso principal		Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Programa funcional		4* - 121 plazas	3* - 124 plazas	4* - 354 plazas	4* - 204 plazas

### Rendimiento de los equipos



Resultados de la consulta de expedientes tramitados en la AEB de edificios de oficinas y hoteles según el tipo de sistema de climatización y rendimiento.

Hay que considerar que la muestra incluía algunos equipos “Singulares” como bombas de calor de motor a gas con rendimientos significativamente bajos respecto a soluciones habituales. Sin considerar estos casos singulares, en cuanto al rendimiento en producción de calor de los equipos tipo bomba de calor eléctrica, el rendimiento varía entre los 4,2 y los 4,5 de COP, mientras que en la producción de frío los resultados varían entre 2,5 y 4,3 de EER.

Como los datos disponibles eran limitados en el ámbito de Barcelona, se han tomado datos de referencia del informe: “Parque de Bombas de Calor de España IDAE 2014”. En este estudio se hace un inventario de equipos instalados en el ámbito estatal, por tipología de uso del edificio y por rendimiento en términos de COP. El estudio aporta gran cantidad de información de volumen de equipos instalados por ámbito geográfico y tipología de usos. En concreto, para el objetivo de este trabajo la síntesis de resultados que se presenta a continuación aporta la información considerada más relevante.

COP Calor	Zona climática						Total	
	Atlántico-Norte		Continental		Mediterránea		Número	Potencia (kWt)
	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)		
[1-2]	118	11.667	7.454	29.814	0	0	7.572	41.481
[2-3]	113.109	3.355.389	886.632	5.636.842	806.942	7.188.344	1.806.684	16.180.575
[3-4]	519.531	3.883.844	3.063.944	23.757.937	2.938.872	14.721.271	6.522.347	42.363.052
[4-5]	209.442	1.641.999	1.086.012	9.577.998	1.457.206	6.908.415	2.752.660	18.128.412
[5-6]	857	4.269	200.345	736.392	49.083	195.650	250.284	936.311
[6-7]	30	68	208	479	9.938	22.858	10.176	23.404
Total	843.087	8.897.235	5.244.595	39.739.463	5.262.042	29.036.537	11.349.724	77.673.235
COP Promedio	3,45		3,56		3,49		3,51	

COP Calor	Sectores								Total	
	Hogar		Comercio-servicios		Industria		Actividades anexas al transporte		Número	Potencia (kWt)
	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)		
[1-2]	0	0	7.454	29.814	0	0	118	11.667	7.572	41.481
[2-3]	1.233.648	5.537.055	385.061	7.472.734	174.150	2.531.968	13.825	638.817	1.806.684	16.180.575
[3-4]	4.458.788	20.683.592	1.347.039	13.492.952	690.883	7.594.104	25.637	592.404	6.522.347	42.464.052
[4-5]	2.108.156	7.647.627	475.179	4.535.213	159.490	5.853.280	9.836	92.292	2.752.660	18.128.412
[5-6]	220.811	771.975	13.879	44.693	15.090	117.836	503	1.807	250.284	936.311
[6-7]	0	0	10.146	23.336	0	0	30	68	10.176	23.404
Total	8.021.404	34.640.249	2.238.759	25.598.743	1.039.613	16.097.188	49.949	1.337.055	11.349.724	77.673.235
COP Prom.	3,65		3,54		3,50		3,45		3,51	

Resumen de resultados del estudio “Parque de Bombas de Calor de España IDAE”.

El estudio permite identificar que en el entorno mediterráneo y para las tipologías de uso que aquí se estudian, el COP media de las bombas de calor se sitúa entre 3,49 y 3,54. Teniendo en cuenta estos valores de referencia se trataría de poder establecer el rendimiento medio estacional que podría considerarse de cara a las simulaciones y análisis posteriores de este estudio.

Se han tomado como referencia los criterios definidos en el documento reconocido por IDAE: “Prestaciones medias estacionales de las bomba de calor para producción de calor en edificios”, donde se establece una metodología de cálculo del SPF<sup>1</sup> (seasonal performance factor). El documento establece que las prestaciones medias estacionales de un equipo o sistema (SPF) se calcularán multiplicando sus prestaciones nominales (COP) por un factor denominado *factor de ponderación representativo* (FP) y por un factor de corrección (FC) para las diferentes tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor accionadas eléctricamente.

El documento establece los valores de FP y FC en función de algunos parámetros como: la fuente de energía, la temperatura de condensación y la temperatura de ensayo del COP, tal como se presenta en la siguiente tabla, en la que se remarcan los valores considerados de referencia para los casos de estudio de este trabajo.

#### Definición de escenarios de rendimiento sistemas activos

Fuente energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Tª de condensación (°C)	FC (COP a 35 °C)	FC (COP a 40 °C)	FC (COP a 45 °C)	FC (COP a 50 °C)	FC (COP a 55 °C)	FC (COP a 60 °C)
35	1,00	-	-	-	-	-
40	0,87	1,00	-	-	-	-
45	0,77	0,89	1,00	-	-	-
50	0,68	0,78	0,88	1,00	-	-
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	-
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

Valores de los coeficientes FP y FC según datos del documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios del IDAE”.

Hay que tener en cuenta que, en el caso de sistemas VRV y BdC Aire, no aplicarían las consideraciones de este documento de IDAE para referirse a sistemas que trabajan con refrigerantes y no condensan por agua. En estos casos la referencia serían los valores SEER y SCOP.

A partir de los valores de COP obtenidos en el análisis de casos de la Base de Datos de la AEB (COP alrededor de 4 y 4,5) y los valores de referencia del estudio del IDAE (COP alrededor de 3,5) se obtienen los siguientes valores de SPF considerando los valores de FC y FP de la tabla anterior:

<sup>1</sup> Tal como se establece en el documento “El SPF se refiere al ‘coeficiente de rendimiento estacional neto en modo activo (SCOPnet)’, en el caso de las bombas de calor accionadas eléctricamente”.

COP Nom. a 35°	Centralizado Condens 35°	Centralizado Condens 40°	Individual Condens 35°	Individual Condens 40°
3,0	2,4	2,09	2,04	1,77
3,5	2,8	2,44	2,38	2,07
3,8	3,0	2,61	2,55	2,22
4,0	3,2	2,78	2,72	2,37
4,3	3,4	2,96	2,89	2,51
4,5	3,6	3,13	3,06	2,66
4,8	3,8	3,31	3,23	2,81
5,0	4,0	3,48	3,40	2,96

*Valores de SPF (en naranja) obtenidos por sistemas con COP nominal de acuerdo con los valores obtenidos en las referencias consultadas.*

A partir de los resultados obtenidos, se identifica que valores de SPF entre 3,0 y 3,5 se pueden obtener a partir de los equipos que se instalan habitualmente en la tipología de edificios objeto de estudio.

Finalmente se ha querido valorar las opciones que ofrece el mercado para equipos que se considera que por volumen son las de mayor implantación en los edificios de estas tipologías.

Se han seleccionado equipos tipo bomba de calor con tecnología VRV, de potencia adecuada al tamaño de los edificios objeto de estudio, ya sea para soluciones individuales para espacio o planta o centralizados. Se han seleccionado también dentro de un rango de COP y EER nominales entre 3 y 4,5.

Se ha hecho la misma selección en dos grupos, las unidades con recuperación de calor y las que no. A partir de esta selección se han obtenido los valores de SEER y SCOP del propio fabricante y como referencia se ha calculado el SPF según la metodología del IDAE ya citada. Los resultados se presentan a continuación:

Comparativa unidades clima VRV								SPF (IDAE)			
BC sin recuperación de calor - 1 módulo								Central 35 °C	Central 40 °C	Individual 35 °C	Individual 40 °C
Marca	Modelo	Pot. frío (kW)	Pot. calor (kW)	EER	COP	SEER	SCOP				
DAIKIN	RXYQ8T	22,40	25,00	4,30	4,54	7,53		3,63	3,16	3,09	2,69
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P200YJM-A	22,40	25,00	3,98	4,28			3,42	2,98	2,91	2,53
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P200YKB-A1	22,40	25,00	4,31	4,30	6,18	3,57	3,44	2,99	2,92	2,54
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP200YLM-A1	22,40	25,00	4,31	4,30	6,52	3,90	3,44	2,99	2,92	2,54
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY072LALBH	22,40	25,00	4,31	4,84			3,87	3,37	3,29	2,86
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY072LALH	22,40	25,00	4,07	4,37			3,50	3,04	2,97	2,59
DAIKIN	RXYQ10T	28,00	31,50	3,84	4,27	7,20		3,42	2,97	2,90	2,53
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P250YJM-A	28,00	31,50	3,78	4,29			3,43	2,99	2,92	2,54
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P250YKB-A1	28,00	31,50	4,06	4,29	6,40	3,43	3,43	2,99	2,92	2,54
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP250YLM-A1	28,00	31,50	4,06	4,10	6,70	3,66	3,28	2,85	2,79	2,43
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY090LALBH	28,00	31,50	3,85	4,35			3,48	3,03	2,96	2,57
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY090LALH	28,00	31,50	3,62	4,02			3,22	2,80	2,73	2,38
DAIKIN	RXYQ12T	33,50	37,50	3,73	4,12	6,96		3,30	2,87	2,80	2,44
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P300YJM-A	33,50	37,50	3,72	4,05			3,24	2,82	2,75	2,40
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P300YKB-A1	33,50	37,50	3,91	4,13	5,51	3,24	3,30	2,87	2,81	2,44
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP300YLM-A1	33,50	37,50	3,91	4,09	5,98	3,47	3,27	2,85	2,78	2,42
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY108LALBH	33,50	37,50	3,74	4,34			3,47	3,02	2,95	2,57
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY108LALH	33,50	37,50	3,48	4,04			3,23	2,81	2,75	2,39
DAIKIN	RXYQ14T	40,00	45,00	3,65	4,02	6,83		3,22	2,80	2,73	2,38
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P350YJM-A	40,00	45,00	3,63	4,02			3,22	2,80	2,73	2,38
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P350YKB-A1	40,00	45,00	3,42	4,04	5,25	3,13	3,23	2,81	2,75	2,39
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP350YLM-A1	40,00	45,00	3,42	3,59	5,70	3,29	2,87	2,50	2,44	2,12
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY126LALBH	40,00	45,00	3,65	4,03			3,22	2,80	2,74	2,38
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY126LALH	40,00	45,00	3,47	3,93			3,14	2,74	2,67	2,32
DAIKIN	RXYQ16T	45,00	50,00	3,46	3,91	6,50		3,13	2,72	2,66	2,31
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P400YJM-A	45,00	50,00	3,43	3,90			3,12	2,71	2,65	2,31
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P400YKB-A1	45,00	50,00	3,32	4,00	5,19	3,02	3,20	2,78	2,72	2,37
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP400YLM-A1	45,00	50,00	3,67	3,80	5,79	3,36	3,04	2,64	2,58	2,25
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY144LALH	45,00	50,00	3,18	3,97			3,18	2,76	2,70	2,35
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY144LALBH	45,00	50,00	3,46	3,67			2,94	2,55	2,50	2,17
DAIKIN	RXYQ18T	50,00	56,00	3,40	3,89	6,38		3,11	2,71	2,65	2,30
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P450YJM-A	50,00	56,00	3,23	3,83			3,06	2,67	2,60	2,27
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P450YKB-A1	50,00	56,00	3,38	3,60	5,13	3,02	2,88	2,51	2,45	2,13
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP450YLM-A1	50,00	56,00	3,38	3,48	5,67	3,22	2,78	2,42	2,37	2,06
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY162LALBH	50,00	56,00	3,02	3,67			2,94	2,55	2,50	2,17
DAIKIN	RXYQ20T	56,00	63,00	3,03	3,71	5,67		2,97	2,58	2,52	2,19
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P500YKB-A1	56,00	63,00	2,99	3,40	4,86	2,86	2,72	2,37	2,31	2,01
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHYEP500YLM-A1	56,00	63,00	2,99	3,20	5,49	3,04	2,56	2,23	2,18	1,89

Comparativa unidades clima VRV								SPF (IDAE)			
BC con recuperación de calor - 1 módulo								Central 35 °C	Central 40 °C	Individual 35 °C	Individual 40 °C
Marca	Modelo	Pot. frío (kW)	Pot. calor (kW)	EER	COP	SEER	SCOP				
DAIKIN	REYQ8T	22,40	25,00	4,22	4,54	7,41		3,63	3,16	3,09	2,69
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P200YM-A	22,40	25,00	4,32	4,39			3,51	3,06	2,99	2,60
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P200YLM-A1	22,40	25,00	4,23	4,55	6,14	3,81	3,64	3,17	3,09	2,69
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP200YM-A1	22,40	25,00	4,08	3,90	6,52	3,91	3,12	2,71	2,65	2,31
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA72GALH	22,40	25,00	4,11	4,39			3,51	3,06	2,99	2,60
DAIKIN	REYQ10T	28,00	31,50	3,92	4,27	7,37		3,42	2,97	2,90	2,53
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P250YM-A	28,00	31,50	3,97	4,30			3,44	2,99	2,92	2,54
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P250YLM-A1	28,00	31,50	4,01	4,30	5,86	3,53	3,44	2,99	2,92	2,54
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP250YM-A1	28,00	31,50	3,86	3,72	6,24	3,60	2,98	2,59	2,53	2,20
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA90GALH	28,00	31,50	3,94	4,30			3,44	2,99	2,92	2,54
DAIKIN	REYQ12T	33,50	37,50	3,63	3,98	6,84		3,18	2,77	2,71	2,35
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P300YM-A	33,50	37,50	3,86	4,27			3,42	2,97	2,90	2,53
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P300YLM-A1	33,50	37,50	3,68	4,00	5,16	3,37	3,20	2,78	2,72	2,37
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP300YM-A1	33,50	37,50	3,64	3,76	5,66	3,52	3,01	2,62	2,56	2,22
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA108GALH	33,50	37,50	3,44	3,90			3,12	2,71	2,65	2,31
DAIKIN	REYQ14T	40,00	45,00	3,74	3,98	7,05		3,18	2,77	2,71	2,35
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P350YM-A	40,00	45,00	3,53	4,13			3,30	2,87	2,81	2,44
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P350YLM-A1	40,00	45,00	3,40	3,88	5,30	3,23	3,10	2,70	2,64	2,30
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP350YM-A1	40,00	45,00	3,18	3,48	5,47	3,25	2,78	2,42	2,37	2,06
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA126GALH	40,00	45,00	3,53	4,13			3,30	2,87	2,81	2,44
DAIKIN	REYQ16T	45,00	50,00	3,52	3,88	6,63		3,10	2,70	2,64	2,30
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P400YM-A	45,00	50,00	3,32	3,92			3,14	2,73	2,67	2,32
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P400YLM-A1	45,00	50,00	3,28	3,94	4,98	3,25	3,15	2,74	2,68	2,33
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP400YM-A1	45,00	50,00	3,58	3,73	5,41	3,40	2,98	2,60	2,54	2,21
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA144GALH	45,00	50,00	3,31	3,92			3,14	2,73	2,67	2,32
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P450YM-A	50,00	56,00	3,45	3,84			3,07	2,67	2,61	2,27
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P450YLM-A1	50,00	56,00	3,49	3,75	5,09	3,09	3,00	2,61	2,55	2,22
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP450YM-A1	50,00	56,00	3,37	3,53	5,26	3,18	2,82	2,46	2,40	2,09
DAIKIN	REYQ18T	50,40	56,40	3,32	3,95	6,26		3,16	2,75	2,69	2,34
DAIKIN	REYQ20T	55,90	62,50	3,01	3,60	5,68		2,88	2,51	2,45	2,13
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P500YM-A1	56,00	58,00	3,15	3,61	4,84	3,11	2,89	2,51	2,45	2,14
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP500YM-A1	56,00	58,00	3,06	3,22	5,19	3,04	2,58	2,24	2,19	1,90

Estudio comparativo de equipos de bomba de calor según opciones de mercado por potencias y rendimientos.

El estudio de la muestra analítica, permite que el equipo que ofrece la información del coeficiente SCOP, los valores medios se sitúan entre 3,3 y 3,38 y por cada coeficiente SEER los valores se sitúan entre 5,92 y 6,07.

Hay que tener en consideración que para estas tipologías estudiadas, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) introduce exigencias de eficiencia energética asociadas a la recuperación de calor y refrigeración gratuita (free cooling) a partir de ciertos rangos de caudal de aire y potencia instalada tal como se analiza en el apartado 4.1 de este documento.

El complemento de las exigencias del RITE supone un aumento de la eficacia que beneficia al rendimiento global del sistema de forma significativa. Específicamente en el caso de la recuperación de calor, estudios de referencia del propio IDAE<sup>2</sup> estiman que, en edificaciones de oficinas que cumplan con el porcentaje de exigencias mínimas de recuperación de calor, pueden obtener reducciones de consumo y emisiones al 30% y en el caso de refrigeración gratuita, dependiendo de si se utilizan sistemas de refrigeración gratuita térmica o entálpico, el ahorro en consumo de emisiones pueden ser próximas al 8%.

<sup>2</sup> Guía técnica de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización. IDAE.

Con estas consideraciones relativas al rendimiento medio estacional de los sistemas, se han definido tres escenarios de simulación y análisis con hipótesis de rendimiento y eficiencia en la generación del calor/frío diferentes que se describen a continuación.

- **Opción 1: Sistemas de referencia CTE**

Para esta opción se han previsto, en el modelo de simulación, los sistemas de referencia en el apéndice C del CTE HE1.

Tabla 2.2 Eficiencias de los sistemas de referencia

Tecnología	Vector energético	Rendimiento
Producción de calor	Gas natural	0,92
Producción de frío	Electricidad	2,00

*Sistemas de referencia: características según CTE HE0.*

Se han definido como sistemas que cumplen con estas características, en el caso de la producción de ACS y calefacción, un sistema mixto individual y una caldera de condensación de rendimiento nominal 92% y se ha supuesto que el edificio cumple con la exigencia de cobertura solar más restrictiva de la normativa que le corresponde, que en este caso es la de la Ordenanza Solar de AEB, que establece un mínimo de aportación solar del 60%.

Para el servicio de la refrigeración se ha supuesto un sistema también individual por local tipo split eléctrico con un rendimiento de 200%.

Dadas las características de la modelización de los sistemas que permiten la herramienta de simulación HULC, cuando se consideran los sistemas mixtos de ACS y calefacción a partir de la caldera de condensación, se asume el uso de emisores tipo radiadores de agua caliente en los locales y cuando se trata de sistemas individuales de frío o combinados de calefacción y refrigeración tipo bomba de calor se asume que los emisores son rejillas con un caudal aproximado a las necesidades de cada local.

- **Opción 2 y 3. Sistemas con SPF 3,0 y 3,5**

Teniendo en cuenta que el concepto de rendimiento medio estacional (SPF) ya considera la incidencia de temas como la temperatura, el grado de centralización, etc., se ha optado dentro de las opciones de definición de sistemas que ofrece la herramienta HULC para definir equipos de rendimiento constante para la producción de calefacción, refrigeración y ACS.



*Definición de los sistemas Opciones 2 y 3 en la herramienta HULC.*

En estas opciones se han definido los equipos con rendimiento Constante 3,0 y 3,5, para la producción de calor (y ACS) como de frío, que se consideran opciones más eficiente que los equipos mínimos de referencia del CTE.

En el caso de la producción de ACS, como los sistemas de rendimiento constante que ofrece la herramienta HULC no permiten atender este servicio, se han definido un equipo bomba de calor con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 respectivamente.

- **Opción de uso de biomasa como fuente de calor para ACS y calefacción**

Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, para los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. Como hipótesis de partida se ha supuesto que, en términos económicos, el uso de la biomasa sustituye la aportación de fotovoltaica.

- **Opción de conexión a red de calor/frío de distrito**

Se considera que, tal como se ha comentado en el apartado 3.1 de este documento, el potencial de mayor desarrollo de las tipologías objeto de estudio, en el futuro en la ciudad, se concentra en zonas donde ya existen sistemas de producción de calor/frío a nivel de distrito. Así pues se han simulado los mismos casos y escenarios descritos anteriormente suponen que los edificios están conectados a la red Districlima<sup>3</sup>.

### **Síntesis de las características definidas en cada tipología**

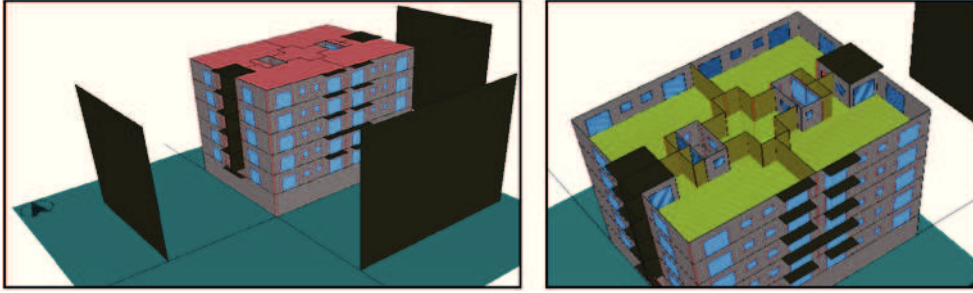
En el anexo 1 de este documento se presentan las fichas que resumen las características definidas para cada una de estas tipologías consideradas como “Modelo Base” para cada caso. A modo de ejemplo se presenta a continuación una de ellas:

---

<sup>3</sup> Se ha tomado como referencia Districlima ya que existe un procedimiento definido para simular este tipo de sistemas utilizando la herramienta PostCalener dentro del programa HULC de simulación empleado en este estudio.



## Edificio Terciario aislado Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización	Orientación principal
	Zona Climática C2	
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>	
		Aislado

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolvente % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	37	37	28	28

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	6	3,79	4,5	4,5

Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> k)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> k)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> k)	Forjados (W/m <sup>2</sup> k)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> k)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,8	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Electric con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperatures de Consigna Alta			
	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17 a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17 a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

*Ficha tipo de resumen de las características principales de los modelos simulados.*

## 4. Análisis de los criterios energéticos de edificación en las normativas existentes y futuras

### 4.1. Análisis de los criterios en las normativas de ámbito estatal y autonómico

Se han estudiado las diferentes exigencias normativas que deberían cumplir los edificios objeto de estudio en función de su tipología. El análisis detallado de cada una de las normativas estudiadas y su exigencia se explica en el anexo 2 de este documento.

Se analizan las exigencias mínimas de la siguiente normativa:

- **Código Técnico de la Edificación - CTE**  
DB HE Documento de energía. De este documento se han analizado las exigencias parciales de demanda límite de calefacción y refrigeración del documento HE1, las exigencias de cobertura solar mínima para ACS del documento HE4 y HE5, las exigencias de consumo límite de energía primaria no renovable del documento HE0.
- **Título 8, sobre Energía solar, de la Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA)**  
Se han estudiado las exigencias de cobertura solar para ACS y producción fotovoltaica que le corresponde a cada una de las tipologías.
- **Exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas. RITE**  
Se han revisado las consideraciones generales respecto de renovación y calidad del aire así como las instrucciones técnicas que incorporan exigencias adicionales a las tipologías estudiadas.
- **Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya D. 21/2006**  
Se han estudiado las exigencias asociadas a la demanda energética (transmitancias de elementos de la envolvente), y cobertura solar para ACS.

#### 4.1.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)

##### Documento HE0 Consumo de energía primaria no renovable

Este documento establece que, para edificios terciarios de obra nueva como los que se analizan en este estudio, deberán cumplir con la exigencia siguiente: “La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real decreto 235/2013, de 5 de abril.”

##### Documento HE1 Demanda energética de calefacción y refrigeración

El documento HE1 define el límite de demanda energética para los servicios de calefacción y refrigeración y lo hace en los siguientes términos: el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia o la parte ampliada, en su caso, debe ser igual o superior a lo establecido en la tabla siguiente:

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

\* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

*CTE HE1.Tabla 2.2. Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %.*

Vale la pena señalar que la exigencia del CTE no se refiere a un valor en concreto de demanda a superar, sino a un porcentaje de reducción respecto del edificio de referencia. Este edificio de referencia se define en el mismo documento de la siguiente manera: “Edificio de referencia: edificio obtenido a partir del edificio objeto que se define con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos, y unas soluciones constructivas con parámetros característicos iguales a los establecidos en el Apéndice D”.

Se deduce que el valor de demanda de referencia se calculará para cada edificio según sus características y el porcentaje de reducción mínima será el correspondiente a la zona climática de verano (zona 2 en el caso de Barcelona) y según la intensidad de uso y cargas internas (en los casos estudiados se han analizado combinaciones de cargas bajas, medias y altas) por lo que la reducción obligatoria para las tipologías estudiadas es del 25%.

### Documento HE3. Eficiencia energética en iluminación

En este documento HE3 se definen las exigencias relativas a la eficiencia energética en iluminación. El CTE definió el concepto de valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) de la siguiente manera: “valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, la unidad de medida es (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux”.

El cálculo del VEEI combina las características de la instalación en cuanto a la potencia instalada, la superficie iluminada y la luminancia media horizontal necesaria según el tipo de espacio. Para cada tipología de uso se definen los valores límite de VEEI.

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	3,5
Aulas y laboratorios	3,5
Habitaciones de hospital	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos	4,0
Estaciones de transporte	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)	6,0
Hostelería y restauración	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	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

*CTE HE3. Valores límite de eficiencia energética de la instalación VEEI.*

De acuerdo con las características de cada tipología estudiada, se aplican los valores VEEI límite en cada caso según los usos y actividades definidas.

La segunda exigencia del CTE relacionada con la eficiencia en iluminación está relacionada con la potencia instalada máxima (incluyendo lámparas y equipos auxiliares), se limita en función del uso de los locales tal como se expresa en la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600 lux	25

*CTE HE3 Potencia instalada máxima de iluminación.*

#### Documento HE4 Cobertura solar ACS

En este documento se define la cobertura solar mínima para el servicio de agua caliente sanitaria ACS a partir de la radiación solar incidente en la zona climática correspondiente y la demanda de agua según la tipología de uso.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	40	50	60
5.000-10.000	30	40	50	60	70
< 10.000	30	50	60	70	70

Documento básico HE. Ahorro de energía

Tabla 4.1. demanda de referencia a 60 °C		
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

CTE HE4 exigencias según la zona climática, tipología de usos y demanda de ACS.

Considerando que las demandas de ACS por tipología de uso en los casos estudiados no superan los 5.000 l por edificio, se comprueba que la exigencia de aportación solar según el CTE HE4 es del 40%.

### Documento HE5 Aportación fotovoltaica

Según las condiciones establecidas en este documento, la exigencia se aplica a los edificios con las siguientes tipologías de uso cuando superen los 5.000 m<sup>2</sup> de superficie construida:

Tipo de uso
Hipermercado
Multitenda y centros de ocio
Nave de almacenaje y distribución
Instalaciones deportivas cubiertas
Hospitales, clínicas y residencias asistidas
Pabellones de recintos feriales

CTE HE5 Ámbito de aplicación de la exigencia de aportación fotovoltaica mínima.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, para las tipologías estudiadas no hay una exigencia mínima de contribución fotovoltaica.

## 4.1.2. Ordenanza del Medio Ambiente de Barcelona OMA

### Contribución solar para el ACS

La ordenanza define criterios en cuanto a tipología de usos y establece la aportación mínima según la demanda de ACS tal como se resume en las siguientes tablas.

Criterios de aplicación de la Ordenanza solar Térmica de Barcelona (2006)	
Construcción de edificios nuevos.	
Rehabilitación integral de un edificio o construcción.	
Cambio de uso de la totalidad de un edificio o construcción.	
El uso de la edificación implica la utilización de agua caliente sanitaria, el calentamiento de agua de piscinas climatizadas, o la utilización de agua caliente en procesos industriales.	

Demanda diaria total de agua caliente sanitaria del edificio, a temperatura de Referencia de 60°C, en litros	Contribución solar mínima en %. Caso general
0 – 10.000	60
10.000 – 12.500	65
> 12.500	70

Demanda diaria total de agua caliente sanitaria del edificio, a temperatura de Referencia de 60°C, en litros	Contribución solar mínima en %. Caso efecto Joule
0 – 1.000	60
1.000 – 2.000	63
2.000 – 3.000	66
3.000 – 4.000	69
> 4.000	70

Tipo de uso	Litros ACS/día a 60 °C	Unidades
Viviendas unifamiliares	30	l/persona
Viviendas plurifamiliares	22	l/persona
Hospitales y clínicas (*)	55	l/cama
Hotel **** (*)	70	l/cama
Hotel *** (*)	55	l/cama
Hotel ** (*)	40	l/cama
Hostales y pensiones (*)	35	l/cama
Camping	40	l/ubicación
Residencias geriátricas (*)	55	l/persona
Vestuarios / Duchas colectivas	15	Por servicio
Escuelas	3	l/alumno
Cuarteles (*)	20	l/persona
Fábricas y talleres	15	l/persona
Oficinas	3	l/persona
Gimnasios	20	l/usuario
Lavanderías	3	L/kg de ropa
Restaurantes	5	l/comida
Cafeterías	1	l/almuerzo

*Síntesis de criterios y exigencias de la ordenanza solar de la AEB.*

De acuerdo con las características de los edificios estudiados, para las tipologías analizadas la ordenanza fija una aportación solar mínima del 60% en todos los casos.

### Producción solar fotovoltaica mínima

La ordenanza define criterios en cuanto a tipología de usos y establece la aportación mínima según la demanda de ACS tal como se resume a continuación:

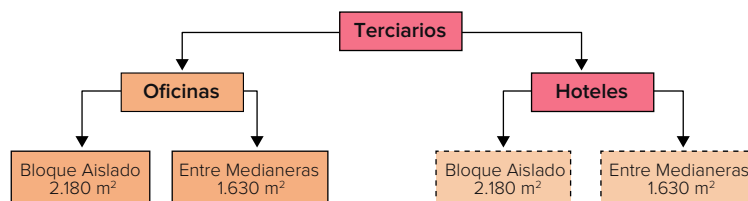
Artículo 82-4 Usos afectados
1. Quedan sujetos al capítulo 2 del título 8 de esta Ordenanza las construcciones que estén destinadas, en más de un 80% de su superficie, a uno o divesos de los usos siguientes:
a) Comercial, alojamiento o cualquier otro servicio abierto al público no incluido en otros epígrafes de este artículo: superior a 3.000 m <sup>2</sup> .
b) Centros cívicos, casales y otros edificios destinados a usos sociales: superior a 1.500 m <sup>2</sup> .
c) Oficinas: superior a 1.500 m <sup>2</sup> .
d) Industrial y/o almacenes: superiores a 1.500 m <sup>2</sup> .
Artículo 82-7 Requisitos de las instalaciones
1. El sistema que se debe instalar deberá tener una potencia eléctrica igual o superior a, como mínimo, 7 Wp (set watts pic) por metro cuadrado de techo construido de los usos afectados.

*Requisitos de la OMA respecto a la contribución solar fotovoltaica mínima.*

De acuerdo con las exigencias y en función de las superficies construidas de los edificios estudiados, en el caso del uso oficinas aplica directamente la contribución mínima; en el caso de uso hotelero, el límite establecido de 3.000 m<sup>2</sup> dejaría fuera de la exigencia las tipologías de hotel estudiadas. Sin embargo se ha hecho la estimación de aportación y potencia instalada requerida en el caso de aplicar la exigencia de la ordenanza de 7 Wp en todos los casos tal como se muestra en la siguiente tabla:

Artículo 82-7 Requisitos de las instalaciones
1. El sistema que se debe instalar deberá tener una potencia eléctrica igual o superior a, como mínimo, 7 Wp (set watts pic) por metro cuadrado de techo construido de los usos afectados.

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Horas equivalentes de Referencia anuales (kWh/kW)	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753



Potencia a instalar =	15,26 kWp	11,41 kWp	15,26 kWp	11,41 kWp
Producción anual =	20.000 kWh	+15.000 kWh	+20.000 kWh	+15.000 kWh

*Cálculo de la potencia a instalar y la producción anual prevista según la contribución mínima OMA.*

### 4.1.3. Reglamento de Instalaciones Térmicas. RITE

En cuanto a la calidad del aire, el RITE establece los niveles mínimos de calidad en función del tipo de uso de acuerdo con la siguiente clasificación:

Categoría	Descripción	Tasa de ventilación por persona (L/s)	Método olfativo (CR 1752)	Concentración de CO <sub>2</sub> (sobre aire ext) (ppm)	Tasa de ventilación por unidad de superficie (L/(s·m <sup>2</sup> ))	Tipo de espacios
IDA1	Calidad alta	20	0,8	350	No aplicable	Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías y similares
IDA2	Calidad media	12,5	1,2	500	0,83	Oficinas, residencias, (estudiantes y ancianos), locales comunes de Edificios hoteleros, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, piscinas y similares
IDA3	Calidad moderada	8	2,0	800	0,55	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, Dormitorios de Edificios hoteleros, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (excepto las piscinas), salas de ordenadores y similares
IDA4	Calidad baja	5	3,0	1.200	0,28	Nunca se empleará, excepto casos especiales que deberán de ser justificados

Síntesis de definiciones de calidad del aire y métodos de justificación según RITE.

Para cada una de las tipologías se han calculado las renovaciones mínimas de aire según su superficie e intensidad de empleo tal como se puede comprobar en el apartado 3.3 de este mismo documento.

Para las tipologías estudiadas, el RITE introduce, a partir de las características del edificio, las siguientes exigencias adicionales de eficiencia energética:

- Es necesario incorporar Recuperación de calor a partir de 1.800 m<sup>3</sup>/h.
- Es necesario incorporar Enfriamiento gratuito (*free cooling*) a partir de potencias > 70 kW.

Se ha comprobado que esta exigencia aplicaría a los casos estudiados por el número de horas de funcionamiento al año previsto y por la potencia térmica que sería necesaria instalar, ya sea de forma centralizada o individual.

Exigencias RITE:											
Hace falta incorporar recuperación de calor a partir de 1,800 m <sup>3</sup> /h.											
Hace falta incorporar freecooling a partir de potencias > 70 kW.											
Intensidad media						Oficinas Aislado					
IDA 2 RITE											
Zona	Tipo	Superficie m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	TOTAL m <sup>3</sup>	Ocupación m <sup>2</sup> /ocup	Ocupación	Caudal (dm <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)	Total L/s	m <sup>3</sup> /h	ren/h
P01 E01	Locales Comerciales	391,65	1.370,78	1.370,78	12	32,64	12,5	407,97	407,97	1.468,69	1,07
P02 E01	Oficina	77,11	231,33	1.156,65	12	6,43	12,5	80,32	401,61	1.445,81	1,25
P02 E02	Oficina	77,11	231,33	1.156,65	12	6,43	12,5	80,32	401,61	1.445,81	1,25
P02 E03	Oficina	77,11	231,33	1.156,65	12	6,43	12,5	80,32	401,61	1.445,81	1,25
P02 E04	Oficina	77,11	231,33	1.156,65	12	6,43	12,5	80,32	401,61	1.445,81	1,25
P02 E05	No habitable	2,13	6,39	31,95							
P02 E06	No habitable	2,13	6,39	31,95							
P02 E07	Zona Común	40,8	122,4	612,00	12	3,40	5	17,00	85,00	306	0,50
TOTALES		357,76	1.073,28	5.366,4				746,26		7.557,94	1,41
		1788,8									
		2180,45	m <sup>2</sup> totales								



Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m³/s)									
	> 0,5 - 1,5		> 1,5 - 3,0		> 3,0 - 6,0		> 6,0 - 12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	1600	60	180
2.000 a 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
4.000 a 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Calendario	Núm de horas
Intensidad Baja - 8 h	2.504
Intensidad Media - 8 h	
Intensidad Alta - 8 h	
Intensidad Baja - 12 h	3.548
Intensidad Media - 12 h	
Intensidad Alta - 12 h	
Intensidad Baja - 16 h	4.592
Intensidad Media - 16 h	
Intensidad Alta - 16 h	
Intensidad Baja - 24 h	6.680
Intensidad Media - 24 h	
Intensidad Alta - 24 h	

Rango correspondiente a los Edificios estudiados

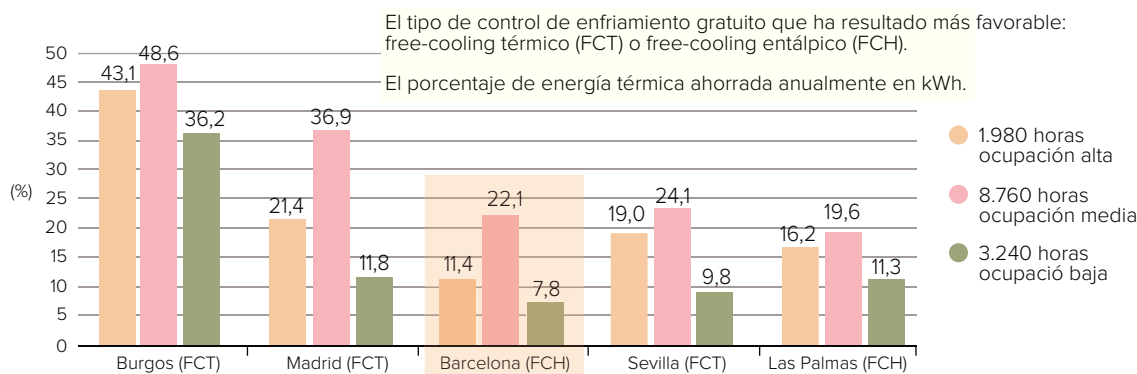
Ejemplo de comprobación de exigencias RITE sobre las tipologías estudiadas. Recuperación de calor.

Como se puede comprobar en la tabla anterior, para los edificios estudiados, la exigencia de recuperación de calor se sitúa entre el 44% y el 52% según el caso.

La exigencia de enfriamiento gratuito es obligatoria a partir de los 70 kW de potencia instalada y varía su efectividad en función del tipo de control del enfriamiento gratuito, si es térmico o entálpico. En la tabla siguiente se muestra el ejemplo de resultados de ahorro por uso de esta tecnología en edificios de diferente intensidad de uso en la ciudad de Barcelona.

### RITE - IT 1.2.4.5.1. Enfriamiento gratuito por aire exterior

Los subsistemas de climatización del tipo todo aire, de potencia térmica nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior.



Ejemplo de posibilidades de ahorro energético con enfriamiento gratuito en un edificio de oficinas en Barcelona según la tecnología de control empleada. Fuente: "Guía técnica de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización" (IDAE).

#### 4.1.4. Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya

Aunque es un documento que se ha superado por las actualizaciones del CTE y RITE, como todavía es vigente se resumen a continuación las principales exigencias sobre la calidad de la envolvente térmica y la aportación solar mínima para ACS.

Exigencias envolvente térmica
Partes macizas de los cerramientos verticales exteriores, incluyendo puentes térmicos integrados, transmitancia térmica: $K_m \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (se asimila a $U_{\text{limit}}$ del DB HE1)
Huecos de fachadas y cubiertas, transmitancia térmica: $U_{\text{limite}} \leq 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Huecos de fachadas orientadas a sud-oeste $\pm 90^\circ$ y cubiertas: Factor solar $\leq 35$ (se asimila a factor solar modificado del DB HE1) –con Elementos de protección solar o tratamientos situados por el exterior, o bien entre dos cristales.

Anexo 3. Zonas climáticas de las comarcas de Catalunya			
Comarcas	Zona climática	Comarcas	Zona climática
Alt Camp	IV	Barcelonès	III
Alt Empordà	III	Berguedà	III
Alt Penedès	IV	Cerdanya	II
Alt Urgell	II	Conca de Barberà	IV
Alta Ribagorça	II	Garraf	IV
Anoia	IV	Garrigues	IV
Bages	III	Garrotxa	III
Baix Camp	IV	Gironès	III
Baix Ebre	IV	Maresme	III
Baix Empordà	III	Montsià	IV
Baix Llobregat	IV	Noguera	IV
Baix Penedès	IV	Osona	III

Anexo 2. Contribución mínima de energía solar en la producción de agua caliente sanitaria según las zonas climáticas			
Contribución mínima de energía solar en la producción de agua caliente sanitaria			
Demanda total de agua caliente sanitaria del edificio (litros/día)	Zonas climáticas (en función de la irradiación global diaria, media anual)		
	II	III	IV
50 a 5.000	40%	50%	60%
5.001 a 6.000	40%	55%	65%
6.001 a 7.000	40%	65%	70%
7.001 a 8.000	45%	65%	70%
8.001 a 9.000	55%	65%	70%
9.001 a 10.000	55%	70%	70%
10.001 a 12.500	65%	70%	70%
> 12.500	70%	70%	70%

En edificios que utilicen resistencias eléctricas con efecto Joule para la producción de ACS, la contribución solar mínima será del 70%.

*Síntesis de las principales exigencias del Decreto de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya.*

En relación al resto de normativa analizada, el decreto es más restrictivo en cuanto a la exigencia de protección solar de aberturas ( $\leq 35\%$  en las aberturas expuestas al sol) y en cuanto a la aportación solar para ACS que, en el caso de los sistemas de apoyo eléctricos, exige un 70%.

#### 4.1.5. Síntesis de exigencias mínimas según la normativa

A partir del análisis realizado a continuación se presenta la síntesis de las exigencias más restrictivas para las tipologías objeto de este estudio.

Tipología	CTE: Docs HE0, HE1, HE3		RITE	OMA AEB		Ecoeficiencia GENCAT	Certificación energética
	Demanda conjunta Calef. y Refrig.	Clase EP <sub>nr</sub>	ren/h Otros	Contrib Solar ACS	Contrib. Fotovoltaica	Factor solar oberturas expuestas	Clase kgCO <sub>2</sub>
Oficinas: aislados/ medianeras	25% < edificio referencia	<b>B</b>	General IDA 2	60%	7 kWp/m <sup>2</sup> construido	≤ 35%	Cap
Hotel: aislados/ medianeras			Recup. calor <i>Free cooling</i>				

Tal como se puede observar en la tabla anterior, en el caso de la certificación energética no hay una exigencia de clase mínima y el resultado para el indicador de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·a del edificio dependerá de sus características y de la comparativa con el edificio de referencia que se genera a partir del mismo.

#### 4.2. Criterios de futuro en eficiencia energética de ámbito europeo

Como ya se ha comentado, aunque no hay una definición específica en el ámbito estatal del alcance y las exigencias específicas de los edificios de consumo casi nulo NZEB, dada la proximidad de cumplimiento de esta exigencia (2020 para todos los edificios de obra nueva y 2018 por los edificios públicos), se ha considerado oportuno para este trabajo realizar una comparativa respecto al estado de la cuestión de la transposición a escala europea de lo que hacen otros países y las tendencias de los principales indicadores asociados a esta exigencia futura.

La transposición de esta exigencia es vigilada por las autoridades de la comisión europea que solicita información periódica a los estados miembros de la Unión Europea sobre el avance en la transposición. En el Anexo 2 se presenta el análisis realizado en el documento “Nearly Zero Energy Buildings, Definitions across Europe” elaborado por el Building Performance Institute Europe (BPIE).

Este documento resume el estado del arte (en abril 2015) de los diferentes enfoques e indicadores utilizados por los estados miembros (y Noruega) para la definición de los edificios de consumo casi nulo (NZEB) de nueva planta y existentes. Señala la relación entre esta definición y su implementación gradual y promoción en el mercado. El documento se basa en los resultados del proyecto EPISCOPE financiado por la UE. Las principales conclusiones del documento son:

- En la mayoría de países, se ha escogido la energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub> como principal indicador.
- Para edificios residenciales, el objetivo de la mayoría de las regulaciones es un consumo de EP no mayor de 50 kWh/m<sup>2</sup> año. A menudo, se establecen diferencias respecto a edificios unifamiliares.
- En España se toma como referencia del concepto NZEB la clase A de certificación Energética.
- El documento de referencia a nivel estatal es el RD 235/2013 que regula la certificación energética de edificios.
- Para edificios no residenciales, las exigencias pueden tener un abanico más amplio en el mismo país en función del tipo de edificio. En general, en cuanto a la diferente metodología de cálculo, las condiciones climáticas y la tipología de edificios, el abanico de límite máximo de consumo de energía primaria para edificios no residenciales en Europa se establece de momento entre 0 y 270 kWh/m<sup>2</sup> año.

En cuanto a los procedimientos de cálculo, la justificación del cumplimiento de criterios y objetivos energéticos, el control y seguimiento en la aplicación futura de este estándar, la Norma EN 15603 (actualmente en revisión) se encargará de regular cómo se hará el balance energético que permita concretar la definición de NZEB en toda Europa, por lo que cada país deberá concretar una serie de respuestas que este documento plantea sobre temas específicos como: límites de la producción energética (On-site, Nearby, distante), zonificación de los edificios, usos a considerar, etc.

En el caso de España, en el momento de redactar este documento, no hay una concreción de la transposición de las exigencias en términos de definición y cuantificación que permita verificar el cumplimiento de la exigencia NZEB, aunque han habido avances en esta dirección referidos a las modificaciones del CTE, el RITE y la certificación energética, que se prevé que a corto plazo se complementen con nuevas versiones de estos documentos para adaptarse a la fecha límite de 2020.

Plan Nacional destinado a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo en España		
Normativa existente	2006	Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2007	Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
	2007	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
Objetivos intermedios a 2015	2013	Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). Introducción de la obligación de que todos los edificios nuevos sean de consumo de energía casi nulo en 2020 (2018 para los de la Administración)
	2013	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2013	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios (se amplía a edificios existentes)
Definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo	2016-17	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía: introducción de la definición detallada de edificio de consumo de energía casi nulo. Aplicación voluntaria.
	2018	Aplicación obligatoria a edificios nuevos propiedad de la administración pública
	2020	Aplicación obligatoria a todos los edificios de nueva construcción

Figura 13. Plan previsto para la actualización reglamentaria y la incorporación en la misma de la definición detallada de edificios de consumo de energía casi nulo. Fuente: Ministerio de Fomento

País	Estado de la definición	Referencias principales	Fecha de aplicación		Definición nZEB para edificios de nueva planta					Definición nZEB para edificios existentes			
			Públicos	No públicos	Alcance de la Directiva 2010/21 a la definición nZEB	Indicador numérico	Energía primaria máxima (kWh/m² any)		Cuota de energías renovables	Otros indicadores	Estado de la definición	Energía primaria máxima (kWh/m² any)	
							Residenciales	No residenciales				Residenciales	No residenciales
España	En desarrollo	Decreto 235/2013	01/01/2019	01/01/2021	OK	En desarrollo	Incluida en el cálculo, se prevee que los edificios cumplan con la clase A		Cuota mínima a los actuales requisitos para todos los edificios	CO <sub>2</sub> (principal indicador)	En desarrollo	Según CTE HE0	

*Síntesis de los avances de España en la transposición del NZEB. Tabla resumen del Ministerio de Fomento arriba y resumen del informe "Nearly Zero Energy Buildings Definitions across Europe" (BPIE) 2015.*

Falta concretar desde la administración estatal la transposición del NZEB; la conclusión que se podría extraer de la revisión de documentos elaborados por fuentes oficiales es la que se expresa en el informe del BPIE "Nearly Zero Energy Buildings Definitions across Europe" en España prevé que el edificio de consumo casi nulo NZEB deberá garantizar la clase energética A en los indicadores principales de la certificación energética ( $EP_{nr}$  y emisiones de CO<sub>2</sub>).

## 5. Simulaciones y resultados obtenidos

### 5.1. Escenarios simulados

S'ha realitzat la següent seqüència de simulació de cadascuna de les tipologies que ens ha permet Se ha realizado la siguiente secuencia de simulación de cada una de las tipologías que nos ha permitido obtener los resultados que posteriormente se analizan:

#### Paso 1. Obtención del modelo "base" de cada tipología

Se trata de obtener las características del edificio, en términos de calidades constructivas, que le permitirían obtener el cumplimiento mínimo normativo del CTE HE1. Se verifica el cumplimiento de los valores de demanda para calefacción y refrigeración y su comparación respecto a los valores límite definidos en el CTE HE1. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	27,70	18,20
Demanda conjunta	36,10	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59	

Características de los elementos constructivos

Demandas límites CTE HE1

Resultados obtenidos a partir del Paso 1. Edificio "Base".

#### Paso 2. Definición de sistemas y obtención de la calificación energética

A partir del modelo que cumple con la demanda límite, se incorporan los sistemas de climatización y ACS que cubren las demandas. Esta simulación permite conocer el cumplimiento del CTE HE0 en términos de consumo de energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub>, así como la calificación energética que permite conocer la clase energética del edificio para los siguientes indicadores:

- Clase de demanda de calefacción
- Clase de demanda de refrigeración
- Clase de energía primaria no Renovable
- Clase de emisiones de CO<sub>2</sub>

Todas estas clases energéticas están referidas a la Escala de certificación energética<sup>4</sup>, expresada en letras de la A (más eficiente) a la G (menos eficiente), que le corresponde a cada caso en función de la tipología edificatoria, el clima y la superficie de los edificios.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valors
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	27,70	18,20
Demanda conjunta	36,10	
Límites CTE (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	132,41	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	151,58	
% Respecto Ed. Referencia	87,35%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>B</b>
CTE-HE1 -25%	98,66%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	<b>C</b>	<b>C</b>

Indicador HEO

Indicadores  
Certificación Energética

Resultados obtenidos a partir del paso 2.

4 La Escala de la certificación se explica en detalle en el documento: IDAE. calificación de la eficiencia energética de los edificios versión 1./noviembre 2015.

Una vez obtenidos estos resultados, se simulan diferentes escenarios a partir del caso “Base” sobre el que se modifican o bien las características de la envolvente o bien los sistemas energéticos que cubren las demandas. Los resultados se presentan sobre tablas en que se ordena la información de la siguiente manera:



La comparativa de las diferentes opciones simuladas se podrá comparar con el escenario Base a partir de tablas como la que se presenta como ejemplo a continuación y que se encontrarán completas para todas las tipologías en el anexo 2.

Características	Caso Terciario aislado - OFICINA - Intensidad media 12 h											
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF3.0		Sist. Op. 3 SPF3.5 + VEEH+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF3.0		Sist. Op. 3 SPF3.5	
	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3
Fojos/Localizaciones	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0
Huecos (Cristales)	2.80	D-4/2/4	2.80	D-4/2/4	2.80	D-4/2/4	2.80	D-4/2/4	2.80	D-4/2/4	2.80	D-4/2/4
Huecos (Capitales)	2.20	Módulo/ PVC/CRPT	2.20	Módulo/ PVC/CRPT	2.20	Módulo/ PVC/CRPT	2.20	Módulo/ PVC/CRPT	2.20	Módulo/ PVC/CRPT	2.20	Módulo/ PVC/CRPT
Transmiancia Huecos	2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²											
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h											
Puentes Térmicos	No resueltos											
VEEH	Mínimo CTE											
Demanda Paralela (kWh/m² año)	Calief.	Refrig.	2.770	18.20	2.770	18.20	2.770	18.20	2.770	18.20	2.770	18.20
Demanda conjunta	36.10	34.93	36.10	34.93	36.10	34.93	36.10	34.93	36.10	34.93	36.10	34.93
Límites CTE Conjunto	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59	36.59
Total EP <sub>s</sub> HEO (kWh/m² año)	132.41	107.48	132.41	107.48	132.41	107.48	132.41	107.48	132.41	107.48	132.41	107.48
Edif Referencia HEO EP <sub>s</sub> (kWh/m² año)	191.58	151.58	191.58	151.58	191.58	151.58	191.58	151.58	191.58	151.58	191.58	151.58
% Resgado Ed Referencia	87.35%	70.9%	87.35%	70.9%	87.35%	70.9%	87.35%	70.9%	87.35%	70.9%	87.35%	70.9%
Clase demanda CEE	Calief.	Refrig.	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
CTE-HEI-28%	EP <sub>s</sub>	CO.	96.66%	CO.	96.66%	CO.	96.66%	CO.	96.66%	CO.	96.66%	CO.
Calificación Energética	C	C	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF3.0	Sist. Op. 3 SPF3.5 + VEEH+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF3.0	Sist. Op. 3 SPF3.5 + VEEH+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF3.0	Sist. Op. 3 SPF3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF3.0	Sist. Op. 3 SPF3.5

Caso Base Mínimo CTE: Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HEO.  
 Caso Base Mínimo CTE: Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HEO.  
 Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE-HEI, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HEO.  
 Sist. Op. 1: Sistema mejorado (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3.0 y 3.5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3.0 y 3.5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantearán dos escenarios de reducción del VEEH. Estos escenarios se compararán con las opciones de sistema de climatización previamente definidas.

Comparativa de resultados de las diferentes opciones simuladas sobre el caso "Base":



Sobre la tabla resumen, para cada una de las opciones que se simulan, se podrá identificar en color rojo y negrita, las calidades constructivas o los parámetros de simulación que se hayan modificado.

## 5.2. Resultados Tipología 1. Edificio aislado Oficinas

En primer lugar se ha definido el modelo “Base” a partir de unas características constructivas que le permiten cumplir con la demanda energética límite definida en el CTE HE1 para esta tipología:

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	27,70	18,20
Demanda conjunta	<b>36,10</b>	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	<b>36,59</b>	

El modelo que cumple con esta condición tendría las siguientes características: 3,4 cm de aislamiento incorporado en los elementos de fachada y 6,3 cm en cubierta, balconeras y ventanas con vidrios de baja emisividad y cámara de aire de 12 mm, marcos de balconeras y ventanas de madera o PVC para evitar el puente térmico.

Las carpinterías deberían tener una baja permeabilidad al aire (Clase 3). Se ha considerado unos valores de eficiencia de la iluminación VEEI límite según el CTE HE3 y la zona de actividad indicada.

Con estas características, en el caso de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración, se obtiene el cumplimiento normativo de forma ajustada.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecosx	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mejorado 30%	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	31,50	12,10
Demanda conjunta	34,93	
Límites CTE (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	83,08	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	151,58	
% Respecto Ed. Referencia	54,81%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.
	C	B
CTE-HE1 -25%	95,46%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	B	B

Una vez definidos los sistemas de climatización y ACS, que como se ha comentado para la obtención de una eficiencia de clase B, según el procedimiento básico para la certificación de edificios terciarios, requiere de unos sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación, esto conlleva que el indicador de EP<sub>nr</sub> esté un 52,67% por debajo del edificio de referencia en este indicador tanto para el CTE-HEO como de la certificación energética.

Este modelo se puede observar que en términos de energía primaria no renovable cumple con creces la exigencia de no superar el límite establecido por CTE HEO.

En términos de certificación energética se obtiene una clase B en el indicador de energía primaria no renovable y una B en emisiones de CO<sub>2</sub>, con indicadores parciales de demanda de calefacción y refrigeración clase C y B respectivamente.

A continuación se simulan los siguientes escenarios como opciones o variantes que permitan validar los resultados de clase energética sobre el mismo modelo "Base":

### **Opción 1: Modelo Base con puentes térmicos**

Se ha querido comprobar la incidencia de la calidad constructiva del edificio relacionada con la solución o eliminación de los puentes térmicos asociados a los encuentros entre los diferentes elementos de la envolvente: forjados y fachadas, fachadas y cubiertas, pilares, cajas de persiana, etc.

En este escenario se toma el modelo base y se supone que las soluciones constructivas no garantizan la continuidad del aislamiento por lo que se generarían estas debilidades en la envolvente.

### **Opción 2 y 3: Modelo Base con sistemas de referencia mejorados**

El modelo "Base" se ha simulado con sistemas que se ajustan a las características de referencia definidas en el CTE: producción de calor con un sistema alimentado por Gas natural y rendimiento del 92% y producción de frío con un sistema eléctrico con rendimiento de 200%. Considerando que la oferta tecnológica a disposición actualmente ofrece sistemas de prestaciones mejores para ambos servicios, sin incurrir en sobrecostos significativos para el promotor (como se comentará en detalle posteriormente), teniendo en cuenta que el concepto de rendimiento medio estacional (SPF) ya considera la incidencia de temas como la temperatura, el grado de centralización, etc., se ha optado por definir los equipos con rendimiento constante 3,0 y 3,5, para la producción de calor (y ACS) como de frío, que se consideran opciones más eficiente que los equipos mínimos de referencia del CTE.

En el caso de la producción de ACS (con apoyo a la aportación solar del 60%) como los sistemas de rendimiento constante que ofrece la herramienta HULC no permiten atender este servicio, se han definido un equipo bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 respectivamente, también al alcance en el mercado sin grandes sobrecostos.

### **Opción 2 y 3 + VEEI: Modelo Base con sistemas óptimos y mejora del VEEI**

En este escenario se quiere simular la incidencia de mejorar la eficiencia de la iluminación, indicador con bastante peso, mejorando en un 30% el valor límite VEEI del CTE HE3 referente a los recintos interiores de los edificios.

### **Opción Apéndice E: Modelo Base con recomendaciones del Apéndice E**

A la vista que las características del edificio no le permiten alcanzar la clase B en demanda de calefacción, se realizan una serie de casos que cumplen con las recomendaciones del Apéndice E del CTE HE1 que sugiere unas calidades constructivas que podrían asegurar el cumplimiento normativo por la vía prescriptiva.

Se ha simulado el Caso "Base" con los sistemas de referencia del CTE y adoptando las características del Apéndice E CTE HE1 y a continuación se comparan los resultados obtenidos.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	27,70	18,20	7,20	24,30
Demanda conjunta	36,10		23,46	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59		36,59	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	132,41		111,92	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	151,58		151,58	
% Respecto Ed. Referencia	87,35%		73,84%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	A	C
CTE-HE1 -25%	98,66%		64,12%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	C	C	C	C

Comparativa de resultados modelo "Caso Base" y modelo con valores del Apéndice E CTE HE1.

Tal como se puede observar, los dos modelos obtienen resultados muy similares en términos de clase energética para los diferentes indicadores de certificación energética.

Las variaciones en las calidades constructivas (valor en rojo en las celdas) permiten concluir que el modelo que adopte los valores del Apéndice E alcanzaría el objetivo de la clase A en demanda de calefacción, pero en cuanto a la refrigeración disminuye hasta la C. Por lo que respecta a los indicadores de EP<sub>nr</sub> y CO<sub>2</sub> se mantiene la letra C con los sistemas de referencia en ambos casos de los indicadores de certificación energética.

### Aportación fotovoltaica

Se han simulado todos los casos mencionados anteriormente con una aportación de la potencia eléctrica mínima de solar fotovoltaica según la exigencia normativa de la Ordenanza de Medi Ambient de Barcelona (OMA), siguiendo la siguiente tabla:

Tipo Edificación	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Potencia Eléctrica x m <sup>2</sup>	kW pico	h · año	kW equivalentes
Aislado	Oficinas	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
	Hotel	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
Entre medianeras	Oficinas	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42
	Hotel	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42

### **Caso Biomasa: Modelo Base con la utilización de la biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

Se han realizado los mismos casos y escenarios descritos anteriormente donde el combustible para calefacción y refrigeración empleado es la biomasa.

### **Caso Districlima: Modelo Base con conexión a red centralizada Districlima**

Para simular estos casos, como estos equipos y sistemas no están incluidos en el procedimiento original de la herramienta HULC, se ha utilizado la herramienta PostCALENER que ha permitido tratar estos casos de conexión a una red Districlima. Para suministrar los datos de entrada, se ha tenido en cuenta los "Parámetros de referencia de la red Districlima, S.A. 2015"; a partir de la entrada de estos datos se obtiene una nueva calificación modificada del edificio.

Los resultados obtenidos en cada una de estas opciones simuladas y su comparación respecto al escenario "Base" se pueden observar en las siguientes tablas en el siguiente orden:

- Resultados demanda energética HE1
- Resultados energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub>
- Resultados emisiones de CO<sub>2</sub>

## Tipología Oficinas: Bloque aislado Resultados demanda energética HE1

Construcciones	Intensitat mitja, 12 h. Tipologia convencional						Intensidad alta, 12 h. Tipología convencional						Intensidad media, 12 h. Tipología Muro cortina						Intensidad alta, 12 h. Tipología Muro cortina					
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Fojados / Locales Conexiones	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/2/4	2,80	D 4/2/4	1,60	4/15/4	2,00	BE 4/2/4	2,00	BE 4/2/4	1,60	4/15/4	2,00	BE 4/2/4	2,00	BE 4/2/4	1,60	4/15/4	1,60	BE 4/2/4	1,60	BE 4/2/4	1,10	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT
Transparencia Huecos	2,70		2,70		1,67		2,08		2,08		1,67		2,08		2,08		1,67		2,08		1,67		1,67	
Fornesabidat Carpinterías		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>3</sub> = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>3</sub> = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>3</sub> = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C <sub>3</sub> = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos		No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos
VEEI		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	2770	18,20	21,40	19,50	7,20	24,30	32,00	22,30	25,70	23,60	11,30	28,60	35,00	22,30	25,70	23,60	11,30	28,60	35,00	22,30	25,70	23,60	11,30	28,60
Demanda conjunta	36,00	3138	3188	3138	23,46	35,02	3187	3187	30,45	4117	40,28	43,51	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76	43,76
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59		36,59	
Edif. Referencia	4878		4878		4878		4759		4759		4759		4759		4759		4759		4759		4759		4759	
Clase demanda CEE		C	B	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE HE1 -25%		98,66%	85,76%		64,2%	98,12%	88,30%		85,32%	94,08%	92,05%	99,43%		94,08%		94,08%		94,08%		94,08%		94,08%		94,59%

Caso Base (Mínimo CTE) Envolve de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE) Envolve de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envolve con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado-Oficina Intensidad media 12 h - Intensidad alta 12 h.

A partir de los resultados de demandas que se presentan en las tablas anteriores, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- El cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas, con muro cortina predomina la demanda de frío y en el edificio convencional predomina la de calor.
- La optimización de la envolvente reduce significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso “Base”.
- Optimizando la envolvente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas se iguala en todos los casos predominando la demanda de refrigeración.
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, al ser esta una tipología (terciarios) en que la producción de calor interna es alta, y las posibilidades de disipación para la envolvente van a favor.
- En términos de energía (kWh/m<sup>2</sup>·a), la demanda conjunta de calefacción y refrigeración de un edificio de tipología convencional es entre un 30% y un 40% menor que la de un edificio de la tipología “Muro cortina” según sea la intensidad de uso media o alta.

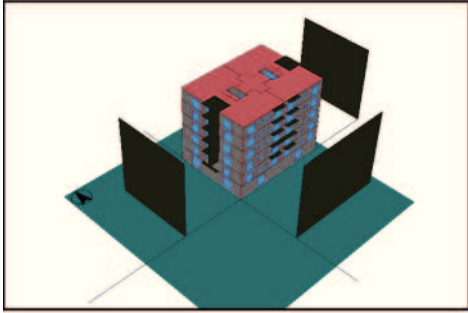
### 5.2.1. Resultados para el indicador de energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub> y emisiones de CO<sub>2</sub>

A continuación se presenta la síntesis de resultados obtenidos para los diferentes casos en que se ha combinado el edificio base de esta tipología con las diferentes soluciones de sistemas activos.

Los resultados se presentan por separado para el indicador EP<sub>nr</sub> y CO<sub>2</sub> respectivamente. La tabla de resultados se agrupa en dos partes, una para cada tipología y, a su vez, se hace la distinción entre los resultados con o sin aportación de producción fotovoltaica.

Los resultados detallados de cada caso estudiado se presentan en el anexo 2.

Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>



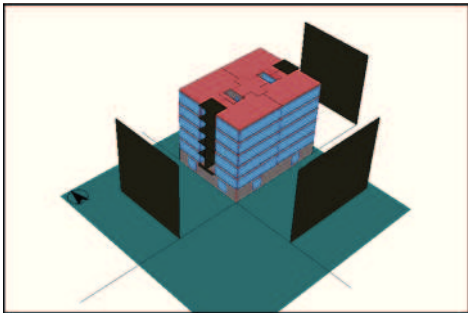
Características	Opciones													Consumo EP (kWh/m <sup>2</sup> año) <sub>nr</sub>			
	Aportación Fotovoltaica																
	Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínim CTE: PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E: PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E: PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E: PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E: PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3			
Intensidad Media 12 h. Tipología Convencional	SIN			X		X		X		X		X	X	X	< 60,63	<b>A</b>	
		X	X		X		X	X		X		X			60,63-98,5	<b>B</b>	
							X			X				X	X	98,53-151-59	<b>C</b>
	CON		X	X	X				X					X	X	< 60,63	<b>A</b>
		X						X				X	X			60,63-98,5	<b>B</b>
							X									98,53-151-59	<b>C</b>
Intensidad Media 12 h. Tipología Convencional	SIN			X		X		X	X	X		X	X	X	< 66,23	<b>A</b>	
		X	X		X		X	X			X				66,23-107	<b>B</b>	
														X	X	107,62-165,5	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X		X	X			< 66,23	<b>A</b>
		X														66,23-107	<b>B</b>
							X									107,62-165,5	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado-Oficina Muro cortina, a partir del escenario "Base".



Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>



Características	Opciones													Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		
	Aportación Fotovoltaica															
	Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínim CTE. PT Resueltos VEEI Mej. 30%. Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3		
Intensidad Media 12 h. Tipología Muro cortina	SIN			X		X				X				X	X	< 65,25 <b>A</b>
			X	X						X						65,25-106 <b>B</b>
		X	X		X		X	X		X		X	X			106,03-163,1 <b>C</b>
	CON									X					X	< 65,25 <b>A</b>
			X	X	X	X		X	X	X			X	X		65,25-106 <b>B</b>
		X					X					X				106,03-163,1 <b>C</b>
Intensidad Alta 12 h. Tipología Muro cortina	SIN			X	X	X				X	X	X		X	X	< 70,37 <b>A</b>
			X	X				X	X			X				70,37-114 <b>B</b>
		X	X				X	X				X				114,35-175,9 <b>C</b>
	CON					X					X			X	X	< 70,37 <b>A</b>
			X	X	X			X	X	X			X			70,37-114 <b>B</b>
		X					X					X				114,35-175,9 <b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado-Oficina Muro cortina, a partir del escenario "Base".

A partir de las conclusiones comunes se particulariza con unos comentarios y conclusiones para los indicadores de  $EP_{nr}$ ,  $CO_2$ .

### **Conclusiones comunes para el indicador de $EP_{nr}$**

- En términos de Clase, la variación de resultados entre las tipologías “Convencional” y “Muro cortina” es mínima. A pesar de haber resultados diferentes en valores absolutos, solo dos de los escenarios simulados muestran variación de resultados en términos de cambio de clase energética para una misma tipología.
- En la totalidad de casos de la tipología edificio aislado, uso Oficinas, con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEL, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento SPF > 3,0 y un óptimo sistema de iluminación.
- Con sistemas de rendimiento (SPF 3,5), si la envolvente es de mínimos de CTE, se cumple la exigencia de clase B si se reduce el VEEL de iluminación. En el caso de edificio aislado tipología muro cortina con carga interna alta, se consigue la B, a pesar de no deducir el VEEL. Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.
- Solo podemos alcanzar la clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica (mínimo según OMA).
- Con envolvente de mínimos de CTE sólo se puede alcanzar la clase A con sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEL óptimo y fotovoltaica.
- La iluminación es el uso energético de mayor peso en todos los escenarios. Su optimización se convierte en un requisito para alcanzar niveles de eficiencia mayores en cualquier tipología.

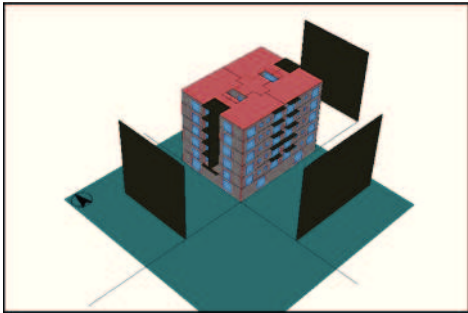
En resumen, se puede conseguir la clase A en escenarios:

- Con aportación fotovoltaica de mínimos según la OMA.
- Con envolvente mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEL óptimo.
- Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEL óptimo y sistemas de SPF > 3,0.
- Siempre es necesario optimizar el VEEL para conseguir la clase A.

### **Conclusiones para el indicador de $EP_{nr}$ en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- El hecho de emplear la biomasa como combustible no garantiza alcanzar la clase A.
- Muchos escenarios llegan a obtener la clase B (Mínima CTE), con sistemas de rendimiento SPF > 3,0 en la producción de frío, sin estar obligados a mejorar el VEEL.

Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional  
Resultados certificación – emisiones de CO<sub>2</sub>

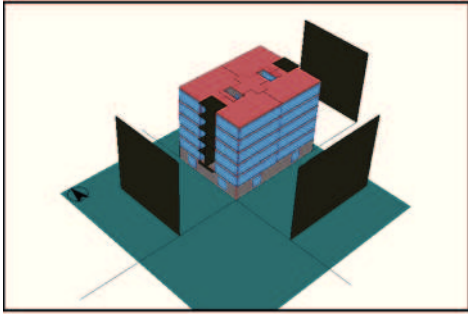


Características	Opciones														Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		
	Aportación Fotovoltaica																
	Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3			
Intensidad Media 12 h. Tipología Convencional	SIN														< 10,06	<b>A</b>	
			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	10,06-16,3	<b>B</b>
		X					X					X				16,35-25,16	<b>C</b>
	CON			X		X			X		X			X	X	< 10,06	<b>A</b>
			X		X			X		X		X	X			10,06-16,3	<b>B</b>
		X					X									16,35-25,16	<b>C</b>
Intensidad Alta 12 h. Tipología Convencional	SIN														< 11,12	<b>A</b>	
			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	11,12-18,0	<b>B</b>
		X					X					X				18,07-27,80	<b>C</b>
	CON			X		X			X		X			X	X	< 11,12	<b>A</b>
			X		X			X		X		X	X			11,12-18,0	<b>B</b>
		X					X									18,07-27,80	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado-Oficina Convencional, a partir del escenario "Base".

Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina  
Resultados certificación – emisiones de CO<sub>2</sub>



Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones														Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínim CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3			
Intensidad Media 12 h. Tipología Muro cortina	SIN																< 10,70	<b>A</b>
			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		10,70-17,3	<b>B</b>
		X					X					X					17,39-26,76	<b>C</b>
	CON			X		X			X		X			X	X		< 10,70	<b>A</b>
			X		X			X		X		X				10,70-17,3	<b>B</b>	
		X					X					X				17,39-26,76	<b>C</b>	
Intensidad Alta 12 h. Tipología Muro cortina	SIN															< 11,67	<b>A</b>	
			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	11,67-18,9	<b>B</b>	
		X					X					X				18,96-29,17	<b>C</b>	
	CON			X		X			X		X			X	X	< 11,67	<b>A</b>	
			X		X			X		X		X				11,67-18,9	<b>B</b>	
		X					X									18,96-29,17	<b>C</b>	

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado-Oficina Muro cortina, a partir del escenario "Base".

### Conclusiones comunes para el indicador de CO<sub>2</sub>

- La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A en este indicador, se puede lograr con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEL óptimo y sistemas de SPF > 3,0.
- Los escenarios que alcanzan la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización con criterio de diseño del objetivo de clase A en emisiones de CO<sub>2</sub> garantiza el cumplimiento de mínimos EP<sub>nr</sub> (Clase B).

### Conclusiones para el indicador de CO<sub>2</sub> en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- Se logra la clase A con aquellos escenarios por encima de ERR > 3,0 y con VEEL óptimo; en los casos de edificios con muro cortina, solo se consigue en algún caso la clase A (sistema en frío EER 3,5 y VEEL óptimo).

## 5.3. Resultados Tipología 2. Edificio entre medianeras Oficina

En primer lugar se ha definido el modelo “Base” a partir de unas características constructivas que le permiten cumplir con la demanda energética límite definida en el CTE HE1 para esta tipología:

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEL	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	25,00	15,00
Demanda conjunta	29,46	

El modelo que cumple con esta condición tendría las siguientes características: 3,4 cm de aislamiento incorporado en los elementos de fachada y 6,3 cm en cubierta, balconeras y ventanas con vidrios de baja emisividad y cámara de aire de 12 mm, marcos de balconeras y ventanas de madera o PVC para evitar el puente térmico.

Las carpinterías deberían tener una baja permeabilidad al aire (Clase 2). Se han considerado unos valores de eficiencia de iluminación VEEL límite según el CTE HE3 y la zona de actividad indicada.

Con estas características consigue, en el caso de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración, el cumplimiento normativo de forma ajustada.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mejorado 30%	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	29,00	10,50
Demanda conjunta	29,28	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	29,62	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	80,81	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	135,86	
% Respecto Ed. Referencia	59,48%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.
	C	B
CTE-HE1 -25%	98,85%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	B	B

Una vez definidos los sistemas de climatización y ACS, que como se ha comentado para la obtención de una eficiencia de clase B, según el procedimiento básico para la certificación de edificios terciarios, requiere de unos sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación, esto conlleva que el indicador de EP<sub>nr</sub> esté un 59,48% por debajo del edificio de Referencia en este indicador tanto para el CTE-HE0 como de la certificación energética.

Este modelo se puede observar que en términos de energía primaria no renovable cumple con creces la exigencia de no superar el límite establecido por CTE HE0.

En términos de certificación energética se obtiene una clase B en el indicador de energía primaria no renovable y una B en emisiones de CO<sub>2</sub>, con indicadores parciales de demanda de calefacción y refrigeración clase C y B respectivamente.

A continuación se simulan los siguientes escenarios como opciones o variantes que permitan validar los resultados de clase energética sobre el mismo modelo "Base":

### **Opción 1: Modelo Base con puentes térmicos**

Se ha querido comprobar la incidencia de la calidad constructiva del edificio relacionada con la solución o eliminación de los puentes térmicos asociados a los encuentros entre los diferentes elementos de la envolvente: forjados y fachadas, fachadas y cubiertas, pilares, cajas de persiana, etc.

En este escenario se toma el modelo base y se supone que las soluciones constructivas no garantizan la continuidad del aislamiento por lo que se generarían estas debilidades en la envolvente.

### **Opción 2 y 3: Modelo Base con sistemas de referencia mejorados**

El modelo "Base" se ha simulado con sistemas que se ajustan a las características de referencia definidas en el CTE: producción de calor con un sistema alimentado por gas natural y rendimiento del 92% y producción de frío con un sistema eléctrico con rendimiento de 200%. Considerando que la oferta tecnológica a disposición actualmente ofrece sistemas de prestaciones mejores para ambos servicios, sin incurrir en sobrecostes significativos para el promotor (como se comentará en detalle posteriormente), teniendo en cuenta que el concepto de rendimiento medio estacional (SPF) ya considera la incidencia de temas como la temperatura, el grado de centralización, etc., se ha optado por definir los equipos con rendimiento Constante 3,0 y 3,5, para la producción de calor (y ACS) como de frío, que se consideran opciones más eficientes que los equipos mínimos de referencia del CTE.

En el caso de la producción de ACS (con apoyo a la aportación solar del 60%) como los sistemas de rendimiento constante que ofrece la herramienta HULC no permiten atender este servicio, se ha definido un equipo bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 respectivamente, también al alcance en el mercado sin grandes sobrecostes.

### **Opción 2 y 3 + VEEI: Modelo Base con sistemas óptimos y mejora del VEEI**

En este escenario se quiere simular la incidencia de mejorar la eficiencia de la iluminación, indicador con bastante peso, se mejora un 30% el valor límite VEEI del CTE HE3 referente a los recintos interiores de los edificios.

### **Opción Apéndice E: Modelo Base con recomendaciones del Apéndice E**

A la vista que las características del edificio no le permiten alcanzar la clase B en demanda de calefacción, se realizan una serie de casos que cumplen con las recomendaciones del Apéndice I del CTE HE1 que sugiere unas calidades constructivas que podrían asegurar el cumplimiento normativo por la vía prescriptiva.

Se ha simulado el Caso "Base" con los sistemas de referencia del CTE y adoptando las características del Apéndice E CTE HE1 y a continuación se comparan los resultados obtenidos.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	25,00	15,00	5,30	24,40
Demanda conjunta	29,46		22,62	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	29,62		29,62	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m² año)	126,36		110,28	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m² año)	135,86		135,86	
% Respecto Ed. Referencia	93,01%		81,17%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	A	C
CTE-HE1 -25%	99,46%		76,37%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	C	C	C	C

Comparativa de resultados Modelo "Caso Base" y Modelo con Valores del Apéndice E CTE HE1.

Tal como se puede observar, los dos modelos obtienen resultados muy similares en términos de clase energética para los diferentes indicadores de certificación energética.

Las variaciones en las cualidades constructivas (valor en rojo en las celdas) permiten concluir que el modelo que adopte los valores del Apéndice E alcanzaría el objetivo de la clase A en demanda de calefacción, pero en cuanto a la refrigeración, esta disminuye hasta la C. Por lo que respecta a los indicadores de EP<sub>nr</sub> y CO<sub>2</sub> se mantiene la letra C con los sistemas de referencia en ambos casos de los indicadores de certificación energética.



## Aportación fotovoltaica

Se han simulado todos los casos mencionados anteriormente con una aportación de la potencia eléctrica mínima de solar fotovoltaica según la exigencia normativa de la Ordenanza de Medi Ambient de Barcelona (OMA), siguiendo la siguiente tabla:

Tipo Edificación	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Potencia Eléctrica x m <sup>2</sup>	kW pico	h · año	kW equivalentes
Aislado	Oficinas	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
	Hotel	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
Entre medianeras	Oficinas	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42
	Hotel	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42

## Caso Biomasa: Modelo Base con la utilización de la biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

Se han realizado los mismos casos y escenarios descritos anteriormente donde el combustible para calefacción y refrigeración utilizado es la biomasa.

## Caso Districlima: Modelo Base con conexión a red centralizada Districlima

Se han realizado los mismos casos y escenarios descritos anteriormente.

Para simular estos casos, como estos tipos de sistemas no están incluidos en el procedimiento original de la herramienta HULC, se ha utilizado la herramienta PostCALENER que ha permitido tratar estos casos de conexión a una red Districlima. Para suministrar los datos de entrada, se ha tenido en cuenta los "Parámetros de referencia de la red Districlima, S.A. 2015"; a partir de la entrada de estos datos se obtiene una nueva cualificación modificada del edificio.

Los resultados obtenidos en cada una de estas opciones simuladas y su comparación respecto al escenario "Base" se pueden observar en las tablas en el orden siguiente:

- Resultados demanda energética HE1
- Resultados energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub>
- Resultados emisiones de CO<sub>2</sub>

## Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras Resultados demanda energética HE1

Características	Intensidad media, 12 h. Tipología convencional						Intensidad Alta, 12 h. Tipología convencional						Intensidad media, 12 h. Tipología Muro cortina						Intensidad Alta, 12 h. Tipología Muro cortina								
	Caso Base (Mínimo CTE)			Apendice E Sist. Referencia			Caso Base (Mínimo CTE)			Apendice E Sist. Referencia			Caso Base (Mínimo CTE)			Apendice E Sist. Referencia			Caso Base (Mínimo CTE)			Apendice E Sist. Referencia					
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores			
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,27	13,0	0,74	3,4	0,27	13,0	
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,22	16,5	0,50	6,3	0,22	16,5	
Forjados/ Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/2/4	2,80	D 4/2/4	1,60	BE 4/15/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	1,60	BE 4/15/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	2,80	BE 4/2/4	
Huecos (Carpinterías)	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	2,20	Madera/ PVC/ RPT	
Transparencia Huecos	2,70		2,70		1,67		2,08		2,08		1,67		2,08		2,08		2,08		2,08		1,20		2,08		2,08		1,20
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h		1,48 ren/h		1,48 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		1,48 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE
Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.	Calef.
Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.	Refrig.
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> /año)	25,00	15,00	18,80	16,10	5,30	24,40	30,70	18,90	24,30	20,00	10,20	21,60	15,80	29,60	11,50	32,50	5,00	35,00	20,20	30,00	16,40	32,40	10,30	30,90	35,04	36,16	35,20
Demanda conjunta	29,46		25,09		22,62		28,67		26,29		25,31		34,25		33,20		31,14		35,27		35,27		35,27		35,27		35,27
Límite CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> /año)	29,62		29,62		29,62		28,68		28,68		28,68		35,27		35,27		35,27		35,27		35,27		35,27		35,27		35,27
Edif. Referencia	39,49		39,49		39,49		38,24		38,24		38,24		47,03		47,03		47,03		47,03		47,03		47,03		47,03		47,03
Clase demanda CEE	C	B	C	C	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE HE1 - 25%	99,46%		84,71%		76,37%		98,97%		91,67%		88,25%		97,11%		94,13%		88,29%		95,19%		98,23%		95,63%		95,19%		98,23%

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Apendice E: Envolverte con valores orientativos del Apendice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Entre medianeras-Oficina Intensidad media 12 h - Intensidad alta 12 h.

A partir de los resultados que se presentan en las tablas anteriores, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- En este caso también el cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas, con muro cortina predomina la demanda de frío y en el edificio convencional predomina la de calor.
- La optimización de la envolvente reduce significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso “Base”.
- Aunque en menor cantidad, optimizando la envolvente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas se iguala en todos los casos predominando la demanda de refrigeración. La repercusión es menor que en el caso del Bloque aislado por la menor cantidad de “piel” que tiene el edificio. (Es importante considerar que la herramienta HULC calcula la demanda en 0,8 ren/h con independencia de lo que realmente se prevea en el edificio.)
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, al ser esta una tipología (terciarios) en que la producción de calor interna es alta, y las posibilidades de disipación para la envolvente van a favor.
- En términos de energía (kWh/m<sup>2</sup>·a), la demanda conjunta de calefacción y refrigeración de un edificio de tipología convencional se sitúa alrededor del 30% menor que la de un edificio de la tipología “Muro cortina” según sea la intensidad de uso media o alta.

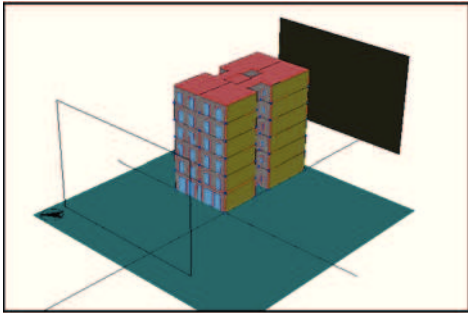
### 5.3.1. Resultados para el indicador de energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub> y emisiones de CO<sub>2</sub>

A continuación se presenta la síntesis de resultados obtenidos para los diferentes casos en que se ha combinado el edificio base de esta tipología con las diferentes soluciones de sistemas activos.

Los resultados se presentan por separado para el indicador EP<sub>nr</sub> y CO<sub>2</sub> respectivamente. La tabla de resultados se agrupa en dos partes, una para cada tipología y, a su vez, se hace la distinción entre los resultados con o sin aportación de producción fotovoltaica.

Los resultados detallados de cada caso estudiado se presentan en el anexo 2.

Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>

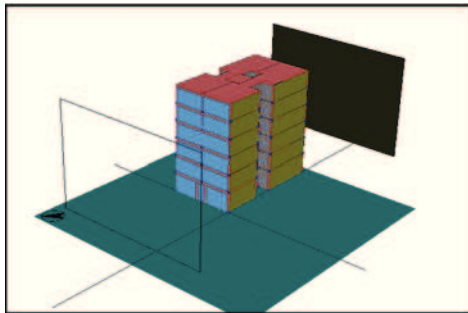


Características	Opciones														Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	
	Aportación Fotovoltaica															
	Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3		
Intensidad Media, 12 h. Tipología convencional	SIN			X		X		X		X			X	X	< 54,35	<b>A</b>
															54,35-88,3	<b>B</b>
		X	X		X		X	X		X		X	X		88,31-135,86	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X		< 54,35	<b>A</b>
															54,35-88,3	<b>B</b>
		X					X					X			88,31-135,86	<b>C</b>
Intensidad Alta 12 h. Tipología convencional	SIN			X		X		X		X			X	X	< 66,23	<b>A</b>
															66,23-107	<b>B</b>
		X	X		X		X	X		X		X	X		107,62-165,5	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X		< 66,23	<b>A</b>
															66,23-107	<b>B</b>
		X					X					X			107,62-165,5	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Tipología Convencional, a partir del escenario "Base".

Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>



Características	Opciones														Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)			
	Apotación Fotovoltaica	Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3		
Intensidad Media, 12 h. Tipología Muro cortina	SIN			X		X			X		X			X	X	< 57,60	<b>A</b>	
		X	X		X		X	X		X		X	X			57,60-93,6	<b>B</b>	
																	93,60-144,00	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X		X	< 57,60	<b>A</b>
																	57,60-93,6	<b>B</b>
		X					X					X					93,60-144,00	<b>C</b>
Intensidad Alta 12 h. Tipología Muro cortina	SIN			X		X			X		X			X	X	< 63,29	<b>A</b>	
		X	X		X		X	X		X		X	X			63,29-102	<b>B</b>	
																	102,85-158,2	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X				X	X	< 63,29	<b>A</b>	
													X				63,29-102	<b>B</b>
		X					X					X					102,85-158,2	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Muro cortina, a partir del escenario "Base".

A partir de las conclusiones comunes se particulariza con unos comentarios y conclusiones para los indicadores de  $EP_{nr}$ ,  $CO_2$ .

### **Conclusiones comunes para el indicador de $EP_{nr}$**

- En términos de clase energética, la variación de resultados entre las tipologías “Convencional” y “Muro cortina” es prácticamente nula. A pesar de haber resultados diferentes en valores absolutos, solo uno de los escenarios simulados muestran variación de resultados en términos de cambio de clase energética para una misma tipología.
- En la totalidad de casos de la tipología edificio entre medianeras, uso oficinas, con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento SPF > 3,0 y un óptimo sistema de iluminación.
- Con sistemas de rendimiento (SPF 3,5), si la envolvente es de mínimos de CTE, se cumple la exigencia de clase B si se reduce el VEEI de iluminación. Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.
- Solo se puede alcanzar la clase A en edificios con aportación de fotovoltaica (mínimo según OMA), con sistemas óptimos SPF > 3,0 y VEEI óptimo, y con envolvente de Apéndice E. Solo en el caso de edificio entre medianeras con intensidad de carga interna alta, calidad constructiva de mínimos de CTE con los PT resueltos, sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEI óptimo también se logra la clase A.

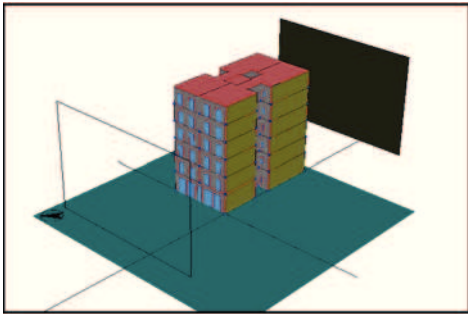
En resumen, se puede conseguir la clase A en escenarios:

- Con aportación fotovoltaica de mínimos según la OMA.
- Con envolvente mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEI óptimo (solo en el caso de Muro cortina intensidad de carga interna alta).
- Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de SPF > 3,0.
- Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.

### **Conclusiones para el indicador de $EP_{nr}$ en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- El hecho de emplear la biomasa como combustible no garantiza alcanzar la clase A.
- Muchos escenarios llegan a obtener la clase B (Mínima CTE), con sistemas de rendimiento SPF > 3,0 en la producción de frío, sin estar obligados a mejorar el VEEI.

Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional  
Resultados certificación - emisiones de CO<sub>2</sub>

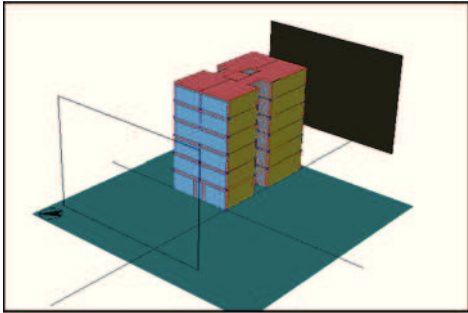


Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones														Emisiones CO <sub>2</sub> kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E: PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E: PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E: PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Apéndice E: PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3		
Intensidad Media, 12 h. Tipología convencional	SIN			X		X			X	X	X		X	X	X	< 8,84	<b>A</b>
		X	X		X		X	X				X				8,84-14,37	<b>B</b>
										X							14,37-22,11
	CON					X			X					X	X	< 8,84	<b>A</b>
		X	X	X	X			X		X		X	X			8,84-14,37	<b>B</b>
							X									14,37-22,11	<b>C</b>
Intensidad Alta, 12 h. Tipología convencional	SIN			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 11,12	<b>A</b>
		X	X				X					X				11,12-18,0	<b>B</b>
										X							18,07-27,80
	CON					X			X		X		X	X	X	< 11,12	<b>A</b>
		X	X	X	X			X		X		X	X			11,12-18,0	<b>B</b>
							X									18,07-27,80	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Tipología Convencional, a partir del escenario "Base".

Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina  
Resultados certificación – emisiones de CO<sub>2</sub>



Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones													Emisiones CO <sub>2</sub> kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año		
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	
Intensidad Media, 12 h. Tipología Muro cortina	SIN			X		X			X	X	X			X	X	< 9,31	<b>A</b>
		X	X		X		X	X				X	X			9,31-15,13	<b>B</b>
					X		X			X		X			X	X	15,13-23,27
	CON			X		X			X		X			X	X	< 9,31	<b>A</b>
		X	X		X			X		X			X			9,31-15,13	<b>B</b>
							X					X				15,13-23,27	<b>C</b>
Intensidad Alta, 12 h. Tipología Muro cortina	SIN		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 10,40	<b>A</b>
		X					X					X				10,40-16,8	<b>B</b>
										X			X				16,89-25,99
	CON			X		X			X		X			X	X	< 10,40	<b>A</b>
		X	X		X			X		X		X	X			10,40-16,8	<b>B</b>
							X									16,89-25,99	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Tipología Muro cortina, a partir del escenario "Base".



### Conclusiones comunes para el indicador de CO<sub>2</sub>

- La variación de resultados entre las tipologías “Convencional” y “Muro cortina” es mínima. A pesar de haber resultados diferentes en valores absolutos, solo dos escenarios de los simulados muestran variación de resultados en términos de cambio de clase energética para una misma tipología.
- La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A en este indicador, se puede lograr con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de SPF > 3,0.
- Los escenarios que alcanzan la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización con criterio de diseño del objetivo de clase A en emisiones de CO<sub>2</sub> garantiza el cumplimiento de mínimos EP<sub>nr</sub> (Clase B).

### Conclusiones para el indicador de CO<sub>2</sub> en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- No se alcanza la clase A en casi ningún caso, solo en el caso de edificio convencional, intensidad de carga interna alta, calidad constructiva de Apéndice E con SPF > 3,5 y con VEEI óptimo. También se logra en el caso de muro cortina intensidad alta con envolvente de mínimos de CTE con SPF > 3,5 y con VEEI óptimo.

### 5.4. Resultados Tipología 3. Hotel Edificio aislado y entre medianas

En primer lugar se ha definido el modelo “Base” a partir de unas características constructivas que le permiten cumplir con la demanda energética límite definida en el CTE HE1 para esta tipología:

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	25,50	9,60
Demanda conjunta	34,40	

El modelo que cumple con esta condición tendría las siguientes características: 3,4 cm de aislamiento incorporado en los elementos de fachada y 6,3 cm en cubierta, balconeras y ventanas con vidrios de baja emisividad y cámara de aire de 12 mm, marcos de balconeras y ventanas de madera o PVC para evitar el puente térmico.

Las carpinterías deberían tener una baja permeabilidad al aire (Clase 2). Se ha considerado unos valores de eficiencia de iluminación VEEI límite según el CTE HE3 y la zona de actividad indicada.

Con estas características consigue, en el caso de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración, el cumplimiento normativo de forma ajustada.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4
Cubierta	0,50	6,3
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.
	25,50	9,60
Demanda conjunta	34,40	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	34,73	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	66,83	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	125,51	
% Respecto Ed. Referencia	53,25%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>B</b>
CTE-HE1 -25%	99,05%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	<b>B</b>	<b>B</b>

Una vez definidos los sistemas de climatización y ACS, que como se ha comentado para la obtención de una eficiencia de clase B, según el procedimiento básico para la certificación de edificios terciarios, requiere de unos sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$ , esto conlleva que el indicador de EP<sub>nr</sub> esté un 53,25% por debajo del edificio de referencia en este indicador tanto para el CTE-HE0 como de la certificación energética.

Este modelo se puede observar que en términos de energía primaria no renovable cumple con creces la exigencia de no superar el límite establecido por CTE HE0.

En términos de certificación energética se obtiene una clase B en el indicador de energía primaria no renovable y una B en emisiones de CO<sub>2</sub>, con indicadores parciales de demanda de calefacción y refrigeración clase C y B respectivamente.

A continuación se simulan los siguientes escenarios como opciones o variantes que permitan validar los resultados de clase energética sobre el mismo modelo "Base":

#### **Opción 1: Modelo Base con puentes térmicos**

Se ha querido comprobar la incidencia de la calidad constructiva del edificio relacionada con la solución o eliminación de los puentes térmicos asociados a los encuentros entre los diferentes elementos de la envolvente: forjados y fachadas, fachadas y cubiertas, pilares, cajas de persiana, etc.

En este escenario se toma el modelo base y se supone que las soluciones constructivas no garantizan la continuidad del aislamiento por lo que se generarían estas debilidades en la envolvente.

#### **Opción 2 y 3: Modelo Base con sistemas de referencia mejorados**

El modelo "Base" se ha simulado con sistemas que se ajustan a las características de referencia definidas en el CTE: producción de calor con un sistema alimentado por gas natural y rendimiento del 92% y producción de frío con un sistema eléctrico con rendimiento de 200%. Considerando que la oferta tecnológica a disposición actualmente ofrece sistemas de prestaciones mejores para ambos servicios, sin incurrir en sobrecostes significativos para el promotor (como se comentará en detalle posteriormente), teniendo en cuenta que el concepto de rendimiento medio estacional (SPF) ya considera la incidencia de temas como la temperatura, el grado de centralización, etc., se ha optado por definir los equipos con rendimiento constante 3,0 y 3,5, para la producción de calor (y ACS) como de frío, que se consideran opciones más eficiente que los equipos mínimos de referencia del CTE.

En el caso de la producción de ACS (con apoyo a la aportación solar del 60%) como los sistemas de rendimiento constante que ofrece la herramienta HULC no permiten atender este servicio, se han definido un equipo bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 respectivamente, también al alcance en el mercado sin grandes sobrecostes.

#### **Opción 2 y 3 + VEEI: Modelo Base con sistemas óptimos y mejora del VEEI**

En este escenario se quiere simular la incidencia de mejorar la eficiencia de la iluminación, indicador con bastante peso, se mejora un 30% el valor límite VEEI del CTE HE3 referente a los recintos interiores de los edificios.

#### **Opción Apéndice E: Modelo Base con recomendaciones del Apéndice E**

A la vista que las características del edificio no le permiten alcanzar la clase B en demanda de calefacción, se realizan una serie de casos que cumplen con las recomendaciones del Apéndice E del CTE HE1 que sugiere unas calidades constructivas que podrían asegurar el cumplimiento normativo por la vía prescriptiva.

Se ha simulado el Caso "Base" con los sistemas de referencia del CTE y adoptando las características del Apéndice E CTE HE1 y a continuación se comparan los resultados obtenidos.

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	25,50	9,60	8,10	15,40
Demanda conjunta	34,40		20,36	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	34,73		34,73	
Total EP <sub>g</sub> HE0 (kWh/m² año)	92,63		75,14	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m² año)	125,51		125,51	
% Respecto Ed. Referencia	73,80%		59,87%	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	A	C
CTE-HE1 -25%	99,05%		58,62%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
	C	C	B	B

Comparativa de resultados Modelo "Caso Base" y Modelo con valores del Apéndice E CTE HE1.

Tal como se puede observar en este caso adoptando los valores del Apéndice E y con los sistemas de referencia se obtiene la Clasificación B para los diferentes indicadores de certificación energética.

Las variaciones en las calidades constructivas (valor en rojo en las celdas) permiten concluir que el modelo que adopte los valores del Apéndice E alcanzaría el objetivo de la clase A en demanda de calefacción, pero en cuanto a la refrigeración disminuye hasta la C. En lo que respecta a los indicadores de EP<sub>nr</sub> y CO<sub>2</sub>, se mantiene, en ambos casos de los indicadores de certificación energética, la letra B con los sistemas de referencia.

### Aportación fotovoltaica

Se han simulado todos los casos mencionados anteriormente con una aportación de la potencia eléctrica mínima de solar fotovoltaica según la exigencia normativa de la Ordenança de Medi Ambient de Barcelona (OMA), siguiendo la siguiente tabla:

Tipo Edificación	Tipo Actividad	Sup. m <sup>2</sup>	Potencia Eléctrica x m <sup>2</sup>	kW pico	h · año	kW equivalentes
Aislado	Oficinas	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
	Hotel	2.180,45	7 Wp	15,3	1.362	20.788,41
Entre medianeras	Oficinas	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42
	Hotel	1.630,00	7 Wp	11,4	1.362	15.540,42

### Caso Biomasa: Modelo Base con la utilización de la biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

Se han realizado los mismos casos y escenarios descritos anteriormente donde el combustible para calefacción y refrigeración empleado es la biomasa.

Los resultados obtenidos en cada una de estas opciones simuladas y su comparación respecto al escenario "Base" se pueden observar en las tablas en el orden siguiente:

- Resultados demanda energética HE1
- Resultados energía primaria no renovable Renovable EP<sub>nr</sub>
- Resultados emisiones de CO<sub>2</sub>

Tipología Hotel: Bloque aislado y entre medianeras\_Tipología Convencional y Muro cortina  
Resultados demanda energética HE1

Características	Bloque Aislado. Intensidad Baja 8 h. Tipología convencional				Bloque Aislado. Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina				Bloque entre medianeras. Intensidad Baja 8 h. Tipología convencional				Bloque entre medianeras. Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina				
	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Apéndice E Sist. Referencia	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Apéndice E Sist. Referencia	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Apéndice E Sist. Referencia	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Apéndice E Sist. Referencia	
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	13.0	0.74	3.4	0.27	13.0	0.74	3.4	0.27	13.0	0.74	3.4	0.27	13.0	
Cubierta	0.50	6.3	0.50	16.5	0.50	6.3	0.22	16.5	0.50	6.3	0.22	16.5	0.50	6.3	0.22	16.5	
Forjados / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	
Huecos (cristales)	2.80	D 4/2/4	2.80	BE 4/15/4	2.00	BE 4/2/4	1.60	BE 4/15/4	2.00	BE 4/2/4	1.60	BE 4/15/4	2.00	BE 4/2/4	1.60	BE 4/15/4	
Huecos (Carpintería)	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	2.20	Madera/ PVC/ RPT	
Transparencia Huecos	2.70		2.70	1.67	2.70		1.67		2.00		1.67		2.00		1.67		
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>		C2 = 2.7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	0.9 en/h		148 en/h	148 en/h	0.9 en/h		148 en/h	148 en/h	0.9 en/h		0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h		0.9 en/h	0.9 en/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		Mínimo CTE	Mínimo CTE	
Demanda Pico (kWh/m <sup>2</sup> /año)	25.50	9.60	19.70	10.80	26.00	15.40	21.60	16.90	22.60	7.60	16.70	8.20	22.60	7.60	15.60	20.60	
Demanda conjunta	34.40		29.10	20.36	38.27		34.99	31.42	30.39		24.74		30.39		30.82	28.34	
Límite CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> /año)	34.73		34.73	34.73	38.30		38.30	38.30	30.59		30.59		30.59		33.46	33.46	
Edif. Referencia	46.31		46.31	46.31	51.07		51.07	51.07	40.79		40.79		40.79		44.61	44.61	
Clase demanda CEE	C	B	B	A	C	B	C	B	C	B	B	A	C	C	B	B	C
CTE-HE1 -25%	99.05%		83.79%	58.62%	98.92%		90.31%	82.04%	99.35%		80.88%	52.99%	92.11%		84.70%	691.0%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado y Entre medianeras - HOTEL Intensidad baja 8 h.

A partir de los resultados que se presentan en las tablas anteriores, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- En este caso también el cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas; con muro cortina predomina la demanda de frío y en el edificio convencional predomina la de calor.
- Se mantiene la tendencia observada en el edificio de oficinas, la optimización de la envolvente reduce significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso “Base”.
- La diferencia de demandas entre las tipologías es muy significativa en el caso de la demanda de refrigeración (37%) respecto a la de calefacción (2%). Al optimizar la envolvente los valores de demanda cambian: la demanda de calor se reduce (68%) y la de refrigeración aumenta más del doble (226%). (Es importante considerar que la herramienta HULC calcula la demanda en 0,8 ren/h con independencia de lo que realmente se prevea en el edificio.)
- Con diferente intensidad en cuanto a porcentaje, optimizando la envolvente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas varía entre las diferentes opciones. En el caso del bloque aislado, por ejemplo, para la tipología convencional, la variación de demanda entre edificio de mínimos CTE y el optimizado es de 40% mientras que se sitúa en el 18% en la tipología Muro cortina.
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, tal como se ha observado en otras tipologías estudiadas.

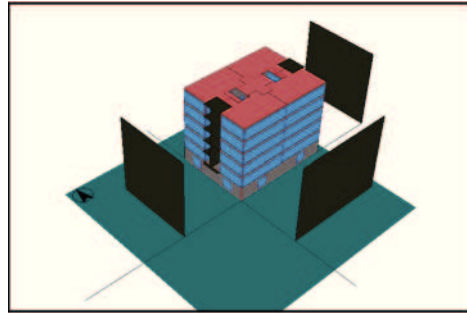
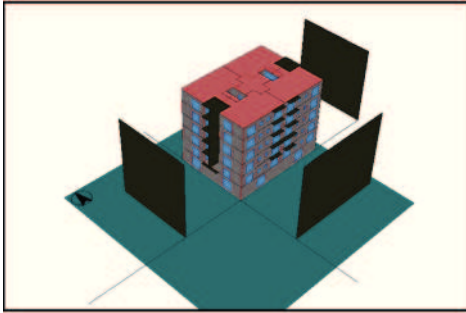
#### 5.4.1. Resultados para el indicador de energía primaria no renovable $EP_{nr}$ y emisiones de $CO_2$

A continuación se presenta la síntesis de resultados obtenidos para los diferentes casos en que se ha combinado el edificio base de esta tipología con las diferentes soluciones de sistemas activos.

Los resultados se presentan por separado para el indicador  $EP_{nr}$  y  $CO_2$  respectivamente. La tabla de resultados se agrupa en dos partes, una para cada tipología y, a su vez, se hace la distinción entre los resultados con o sin aportación de producción fotovoltaica.

Los resultados detallados de cada caso estudiado se presentan en el anexo 2.

Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Convencional y Muro cortina  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>



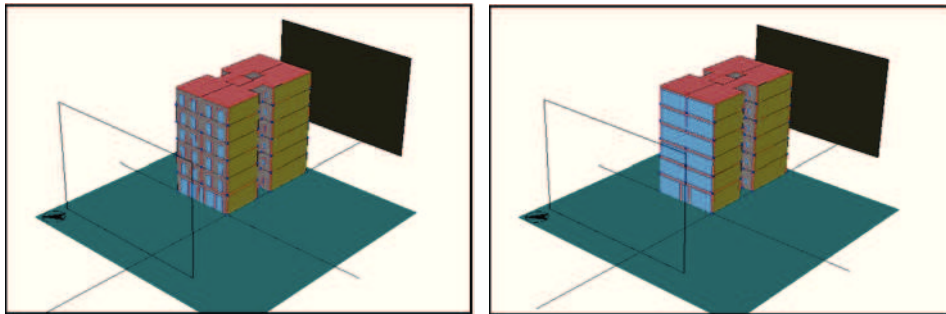
Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones													Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)				
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3			
Hotel Aislado, Intensidad Baja 8 h. Tipología convencional	SIN																	< 50,21	<b>A</b>
			X	X	X	X		X	X	X		X	X					50,21-81,5	<b>B</b>
		X					X											81,58-125,51	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X			< 50,21	<b>A</b>
		X					X					X						50,21-81,5	<b>B</b>
																		81,58-125,51	<b>C</b>
Hotel Aislado, Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina	SIN																	< 54,09	<b>A</b>
			X	X	X	X		X	X	X			X	X				54,09-87,8	<b>B</b>
		X					X					X						87,89-135,22	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X			< 54,09	<b>A</b>
		X					X					X						54,09-87,8	<b>B</b>
																		87,89-135,22	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEl. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado - HOTEL Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".



Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional y Muro cortina  
Resultados HE0 EP<sub>nr</sub>



Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones													Consumo EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)				
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E. PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E. PT Resueltos VEEI Mej. 30% Sist. Op. 3			
Hotel Entre medianeras: Intensidad Baja 8 h. Tipología convencional	SIN														X	X	< 45,61	<b>A</b>	
			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X					45,61-74,1	<b>B</b>
		X					X											74,11-114,02	<b>C</b>
	CON			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X			< 45,61	<b>A</b>
		X	X				X											45,61-74,1	<b>B</b>
																		74,11-114,02	<b>C</b>
Hotel Entre medianeras: Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina	SIN		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X		X	< 48,90	<b>A</b>	
								X	X	X	X		X	X				48,90-79,4	<b>B</b>
		X					X						X					79,46-122,25	<b>C</b>
	CON			X	X	X			X	X	X		X	X	X			< 48,90	<b>A</b>
		X	X				X	X					X					48,90-79,4	<b>B</b>
																		79,46-122,25	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltente con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras - HOTEL Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

### **Conclusiones comunes para el indicador de EP<sub>nr</sub>**

- En la mayoría de casos de uso Hotel, ambos casos (Aislado y entre medianeras), con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI. Solo en el caso de tipología convencional con calidades constructivas de Apéndice E y sistemas de referencia alcanza la clase B.
- Se garantiza la clase B con los mínimos de CTE en cuanto a la calidad constructiva, sistemas con rendimiento SPF > 3,0 y no es necesario optimizar el sistema de iluminación.
- Se logra la clase A en los escenarios sin la aportación de fotovoltaica, con sistemas óptimos SPF > 3,0 y VEEI óptimo, con envolvente de Apéndice E. En algunos casos con calidad constructiva de mínimos de CTE con los PT resueltos, sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEI óptimo también se logra la clase A.
- Se logra la clase A en los escenarios con aportación de fotovoltaica (mínimo según OMA) en este indicador, en todos los casos excepto en los escenarios con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0).

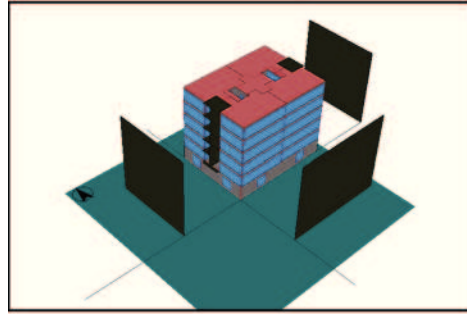
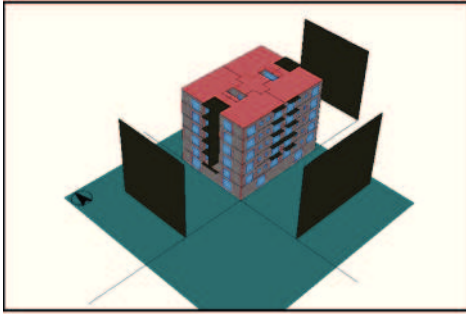
En resumen, se puede conseguir la clase A en escenarios:

- Con envolvente mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF > 3,5 y VEEI óptimo.
- Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de SPF > 3,0.
- En tipología Hotel no es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.

### **Conclusiones para el indicador de EP<sub>nr</sub> en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- El hecho de emplear la biomasa como combustible no garantiza alcanzar la clase A, pero sí garantiza la clase B.
- Muchos escenarios llegan a obtener la clase A con sistemas de rendimiento SPF > 3,0 en la producción de frío, mejorando el VEEI.

Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Convencional y Muro cortina  
Resultados certificación - emisiones de CO<sub>2</sub>

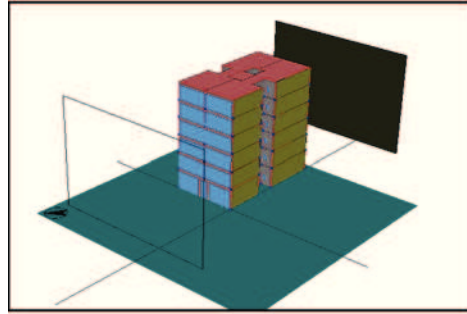
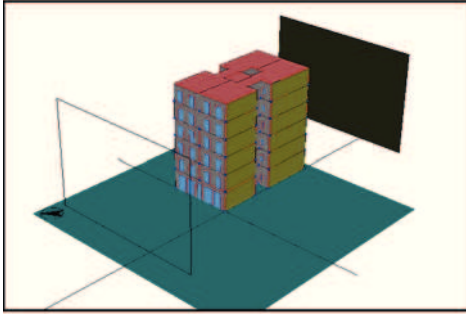


Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones													Emisiones CO <sub>2</sub> kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año			
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3		
Hotel Aislado, intensidad Baja 8 h. Tipología convencional	SIN					X			X		X			X	X	< 8,75	<b>A</b>	
			X	X	X			X			X	X					8,75-14,22	<b>B</b>
		X					X										14,22-21,87	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 8,75	<b>A</b>	
		X					X					X				8,75-14,22	<b>B</b>	
																14,22-21,87	<b>C</b>	
Hotel entre, Medianeras Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina	SIN					X			X		X			X	X	< 9,23	<b>A</b>	
			X	X	X			X		X			X			9,23-14,99	<b>B</b>	
		X					X					X				14,99-23,07	<b>C</b>	
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 9,23	<b>A</b>	
		X					X					X				9,23-14,99	<b>B</b>	
																14,99-23,07	<b>C</b>	

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op.2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar de 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEl. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado - HOTEL Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional y Muro cortina  
Resultados certificación - emisiones de CO<sub>2</sub>



Características	Aportación Fotovoltaica	Opciones													Emisiones CO <sub>2</sub> kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año		
		Mínimo CTE Sist. Op. 1	Mínimo CTE Sist. Op. 2	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE Sist. Op. 3	Mínimo CTE VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 1	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 2	Mínimo CTE, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2	Mínimo CTE PT Resueltos Sist. Op. 3	Mínimo CTE PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 1	Apéndice E, PT Resueltos Sist. Op. 2	Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 2		Apéndice E, PT Resueltos VEEl Mej. 30% Sist. Op. 3	
Hotel Entre medianeras. Intensidad Baja 8 h. Tipología convencional	SIN					X			X		X			X	X	< 7,79	<b>A</b>
			X	X	X			X			X		X	X		7,79-12,66	<b>B</b>
		X					X									12,66-19,48	<b>C</b>
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 7,79	<b>A</b>
		X					X					X				7,79-12,66	<b>B</b>
																12,66-19,48	<b>C</b>
Hotel Entre medianeras. Intensidad Baja 8 h. Tipología Muro cortina	SIN					X					X		X	X	< 8,24	<b>A</b>	
			X	X	X			X	X	X			X		8,24-13,39	<b>B</b>	
		X					X					X			13,39-20,60	<b>C</b>	
	CON		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	< 8,24	<b>A</b>
		X					X					X				8,24-13,39	<b>B</b>
																13,39-20,60	<b>C</b>

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltante de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltante de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltante con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op.2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de rendimiento constante SPF 3,0 y 3,5 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar de 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEl. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos..

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario aislado - HOTEL Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

### **Conclusiones comunes para el indicador de CO<sub>2</sub>**

- No es estrictamente necesario el aporte de fotovoltaica para obtener la clase A en este indicador. Se puede alcanzar con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimos de CTE), siempre que se optimice el VEEL y se incorporen sistemas de SPF > 3,0.
- Los escenarios que alcanzan la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- El objetivo de la clase A para un indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> garantiza el cumplimiento de mínimos EP<sub>nr</sub> (Clase B).

### **Conclusiones para el indicador de CO<sub>2</sub> en la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- Se logra la clase A en todos los casos con cualquier solución constructiva, incluido mínimos de CTE sin resolver PT, sistemas con SPF > 3,0 y con VEEL óptimo.

## 6. Aproximación de costes

Con el objetivo de tener una aproximación a la repercusión económica de las principales medidas simuladas en los escenarios anteriormente descritos, se ha hecho una estimación de costes a partir de datos de Bases de datos ITEC, CYPE sobre PEM sin beneficio industrial.

Se trata de una estimación de costes, que en cualquier caso es aproximativa ya que la realidad de implementación de las diferentes medidas evaluadas requiere de un análisis más detallado, probablemente con validación de especialistas, industriales y/o casas comerciales que permitan ajustar y validar los costes reales.

En primer lugar se ha estimado para las tipologías constructivas “convencional” y “muro cortina” que sirven por igual a los usos oficinas y hoteles, la repercusión que supone mejorar la calidad de la envolvente incidiendo sobre los parámetros que se han modificado (mayor nivel de aislamiento, mayor calidad de carpintería, etc.). Se ha tomado como referencia la calidad de cierres asociados a las sugerencias del Apéndice I, del CTE HE1. La síntesis de los resultados obtenidos se presenta en la siguiente tabla:

Edificio Aislado				Edificio Entre medianeras			
Tipología Convencional				Tipología Convencional			
Mejoras Envolvente para alcanzar Apéndice E	€/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	€ Totales	Mejoras Envolvente para alcanzar Apéndice E	€/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	€ Totales
Aumentar en 10 cm (de 3,4 a 13 cm) el aislamiento en muros	18,83	2.000,06	37.667,80	Aumentar en 10 cm (de 3,4 a 13 cm) el aislamiento en muros	18,83	544,70	10.258,5
Aumentar en 10 cm el aislamiento de cubierta (de 6,3 a 16,5 cm)	18,83	366,08	6.894,51	Aumentar en 10 cm el aislamiento de cubierta (de 6,3 a 16,5 cm)	18,83	300,37	5.656,97
Ventanas con Transmitancia en Cristales de U = 1,6 W/m <sup>2</sup> K (versus ventanas de U = 2,8 W/m <sup>2</sup> K del escenario de mínimos)	72,47	429,36	31.115,72	Ventanas con transmitancia en Cristales de U = 1,6 W/m <sup>2</sup> K (versus ventanas de U = 2,8 W/m <sup>2</sup> K del escenario de mínimos)	72,47	132,30	9.587,78
			75.678,02				25.503,27
			34,71 €/m <sup>2</sup>				15,65 €/m <sup>2</sup>
Tipología Muro cortina				Tipología Muro cortina			
Mejoras Envolvente para alcanzar Apéndice E	€/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	€ Totales	Mejoras Envolvente para alcanzar Apéndice E	€/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	€ Totales
Aumentar en 10 cm (de 3,4 a 13 cm) el aislamiento en muros	18,83	965,06	18.175,30	Aumentar en 10 cm (de 3,4 a 13 cm) el aislamiento en muros	18,83	113,30	2.133,82
Aumentar en 10 cm el aislamiento de Cubierta (de 6,3 a 16,5 cm)	18,83	366,08	6.894,51	Aumentar en 10 cm el aislamiento de cubierta (de 6,3 a 16,5 cm)	18,83	300,37	5.656,97
Muro cortina con transmitancia en Cristales de U = 1,6 W/m <sup>2</sup> K (versus ventanas de U = 2,2 W/m <sup>2</sup> K del escenario para cumplir mínimos)	35,00	1.088,60	38.101,00	Muro cortina con transmitancia en Cristales de U = 1,6 W/m <sup>2</sup> K (versus ventanas de U = 2,2 W/m <sup>2</sup> K del escenario para cumplir mínimos)	35,00	431,40	15.099,00
			63.170,80				22.889,79
			28,98 €/m <sup>2</sup>				14,04 €/m <sup>2</sup>

*Síntesis de estimación de costes con optimización envolvente.*

Tal como se observa en la tabla anterior, por la tipología de edificio aislado (con mayor superficie de envolvente) la repercusión económica varía entre los casi 35 €/m<sup>2</sup> para la tipología convencional y los casi 29 €/m<sup>2</sup> para la tipología de muro cortina, lo que supone un 8% de diferencia entre ellos. Mientras que en el edificio entre medianeras la variación está entre los casi 16 €/m<sup>2</sup> a los casi 14 €/m<sup>2</sup> lo que supone sólo un 3% de diferencia entre ellos.

En el caso de los sistemas de climatización y ACS, a pesar de la complejidad que supone un tipo de sistema en cuanto a producción, distribución, emisión, regulación, se ha tomado como hipótesis de partida que las características de un sistema respecto a otro varían fundamentalmente en cuanto a los sistemas de producción y que las condiciones de distribución, regulación y emisión en los locales varían mínimamente. Esta es una hipótesis que seguramente se podría ajustar o rebatir realizando estudios más detallados de cada sistema de climatización y ventilación que se pueda proponer, sirve para que el estudio de costes se centre en el sobrecoste asociado a máquinas de producción de calor/frío más eficientes tal como se expresa a continuación.

Se han estudiado los precios de catálogo de los mismos sistemas analizados en el apartado 3.3 de este documento y se han identificado las variaciones de precios entre las tecnologías con mejor y peor prestación en términos de COP:

Comparativa precio de mercado unidades clima VRV									
BC sin repercusión de calor - 1 módulo									
Marca	Modelo	Pot. Frío (kW)	Pot. Calor (kW)	EER	COP	SEER	SCOP	Precio	Diferencial
DAIKIN	RXYQ8T	22.40	25.00	4.30	4.54	7.53		9.760,00 €	1.345,00 €
DAIKIN	RXYQ8T	22.40	25.00	4.30	4.54	7.53		9.760,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P200YJM-A	22.40	25.00	3.98	4.28			9.869,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P200YKB-A1	22.40	25.00	4.31	4.30	6.18	3.57	9.869,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP200YLM-A1	22.40	25.00	4.31	4.30	6.52	3.90	10.902,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY072LALBH	22.40	25.00	4.31	4.84			11.214,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY072LALH	22.40	25.00	4.07	4.37			9.750,00 €	2.753,00 €
DAIKIN	RXYQ10T	28.00	31.50	3.84	4.27	7.20		10.900,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P250YJM-A	28.00	31.50	3.78	4.29			10.785,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P250YKB-A1	28.00	31.50	4.06	4.29	6.40	3.43	10.785,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP250YLM-A1	28.00	31.50	4.06	4.10	6.70	3.66	13.503,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY090LALBH	28.00	31.50	3.85	4.35			12.584,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY090LALH	28.00	31.50	3.62	4.02			10.750,00 €	3.577,00 €
DAIKIN	RXYQ12T	33.50	37.50	3.73	4.12	6.96		12.800,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P300YJM-A	33.50	37.50	3.72	4.05			12.797,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P300YKB-A1	33.50	37.50	3.91	4.13	5.51	3.24	12.797,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP300YLM-A1	33.50	37.50	3.91	4.09	5.98	3.47	16.277,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY108LALBH	33.50	37.50	3.74	4.34			14.500,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY108LALH	33.50	37.50	3.48	4.04			12.700,00 €	3.056,00 €
DAIKIN	RXYQ14T	40.00	45.00	3.65	4.02	6.83		15.300,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P350YJM-A	40.00	45.00	3.63	4.02			15.362,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P350YKB-A1	40.00	45.00	3.42	4.04	5.25	3.13	15.362,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP350YLM-A1	40.00	45.00	3.42	3.59	5.70	3.29	18.356,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY126LALBH	40.00	45.00	3.65	4.03			17.845,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY126LALH	40.00	45.00	3.47	3.93			15.500,00 €	4.875,00 €
DAIKIN	RXYQ16T	45.00	50.00	3.46	3.91	6.50		17.200,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P400YJM-A	45.00	50.00	3.43	3.90			17.175,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P400YKB-A1	45.00	50.00	3.32	4.00	5.19	3.02	17.175,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP400YLM-A1	45.00	50.00	3.67	3.80	5.79	3.36	21.975,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY144LALH	45.00	50.00	3.18	3.97			17.100,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY144LALBH	45.00	50.00	3.46	3.67			19.500,00 €	2.578,00 €
DAIKIN	RXYQ18T	50.00	56.00	3.40	3.89	6.38		20.000,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P450YJM-A	50.00	56.00	3.23	3.83			19.900,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P450YKB-A1	50.00	56.00	3.38	3.60	5.13	3.02	19.900,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP450YLM-A1	50.00	56.00	3.38	3.48	5.67	3.22	24.576,00 €	
FUJITSU (AIRSTAGE)	AJY162LALBH	50.00	56.00	3.02	3.67			21.998,00 €	
DAIKIN	RXYQ20T	56.00	63.00	3.03	3.71	5.67		21.700,00 €	6.227,00 €
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-P500YKB-A1	56.00	63.00	2.99	3.40	4.86	2.86	20.950,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PUHY-EP500YLM-A1	56.00	63.00	2.99	3.20	5.49	3.04	27.177,00 €	
Valores medios								15.699,82 €	3.487,29 €

Comparativa precio de mercado unidades clima VRV									
BC sin repercusión de calor - 1 módulo									
Marca	Modelo	Pot. Frío (kW)	Pot. Calor (kW)	EER	COP	SEER	SCOP	Precio	Diferencial
DAIKIN	REYQ8T	22,40	25,00	4,22	4,54	7,41		10.909,00 €	<b>1.561,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P200YJM-A	22,40	25,00	4,32	4,39			12.055,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P200YLM-A1	22,40	25,00	4,23	4,55	6,14	3,81	11.513,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP200YLM-A1	22,40	25,00	4,08	3,90	6,52	3,91	12.470,00 €	
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA72GALH	22,40	25,00	4,11	4,39			12.179,00 €	
DAIKIN	REYQ10T	28,00	31,50	3,92	4,27	7,37		11.943,00 €	<b>3.383,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P250YJM-A	28,00	31,50	3,97	4,30			13.254,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P250YLM-A1	28,00	31,50	4,01	4,30	5,86	3,53	12.658,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP250YLM-A1	28,00	31,50	3,86	3,72	6,24	3,60	15.326,00 €	
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA90GALH	28,00	31,50	3,94	4,30			13.484,00 €	
DAIKIN	REYQ12T	33,50	37,50	3,63	3,98	6,84		14.814,00 €	<b>3.282,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P300YJM-A	33,50	37,50	3,86	4,27			16.209,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P300YLM-A1	33,50	37,50	3,68	4,00	5,16	3,37	15.480,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP300YLM-A1	33,50	37,50	3,64	3,76	5,66	3,52	18.096,00 €	
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA108GALH	33,50	37,50	3,44	3,90			15.880,00 €	
DAIKIN	REYQ14T	40,00	45,00	3,74	3,98	7,05		17.445,00 €	<b>3.771,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P350YJM-A	40,00	45,00	3,53	4,13			19.446,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P350YLM-A1	40,00	45,00	3,40	3,88	5,30	3,23	18.571,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP350YLM-A1	40,00	45,00	3,18	3,48	5,47	3,25	21.216,00 €	
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA126GALH	40,00	45,00	3,53	4,13			18.747,00 €	
DAIKIN	REYQ16T	45,00	50,00	3,52	3,88	6,63		19.522,00 €	<b>5.174,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P400YJM-A	45,00	50,00	3,32	3,92			21.937,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P400YLM-A1	45,00	50,00	3,28	3,94	4,98	3,25	20.950,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP400YLM-A1	45,00	50,00	3,58	3,73	5,41	3,40	24.696,00 €	
FUJISTU (AIRSTAGE)	AJYA144GALH	45,00	50,00	3,31	3,92			21.313,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P450YJM-A	50,00	56,00	3,45	3,84			25.586,00 €	<b>4.112,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P450YLM-A1	50,00	56,00	3,49	3,75	5,09	3,09	24.650,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP450YLM-A1	50,00	56,00	3,37	3,53	5,26	3,18	27.807,00 €	
DAIKIN	REYQ18T	50,40	56,40	3,32	3,95	6,26		21.474,00 €	
DAIKIN	REYQ20T	55,90	62,50	3,01	3,60	5,68		24.895,00 €	
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-P500YLM-A1	56,00	58,00	3,15	3,61	4,84	3,11	25.950,00 €	<b>5.682,00 €</b>
MITSUBISHI ELECTRIC	PURY-EP500YLM-A1	56,00	58,00	3,06	3,22	5,19	3,04	30.577,00 €	
Valores medios								<b>18.470,38 €</b>	<b>3.852,14 €</b>

Análisis del sobre coste de equipos de producción en función de su rendimiento.



A partir de los resultados del análisis anterior se hace una aproximación a lo que sería la repercusión sobre cada una de las tipologías analizadas considerando dos hipótesis, la primera con instalaciones de producción centralizada y la segunda con instalaciones individuales por espacio ya sea de oficinas o grupo de habitaciones tal como se resume a continuación:

Estimación sobrecoste VRV sin RC				
Tipología	Ut	Sobrecoste indiv	Sobrecoste edificio	Sobrecoste/m <sup>2</sup>
Edificio Aislado				
Oficinas individuales	20	2.753,00 €	55.060,00 €	25,26 €
Equipo de producción Central	3	6.227,00 €	18.681,00 €	11,46 €
Edificio entre medianeras				
Oficinas individuales	10	2.753,00 €	27.530,00 €	12,63 €
Equipo de producción Central	2	6.227,00 €	12.454,00 €	7,64 €



Estimación sobrecoste VRV con RC				
Tipología	Ut	Sobrecoste indiv	Sobrecoste edificio	Sobrecoste/m <sup>2</sup>
Edificio Aislado				
Oficinas individuales	20	3.383,00 €	67.660,00 €	31,04 €
Equipo de producción Central	3	5.682,00 €	17.046,00 €	10,46 €
Edificio entre medianeras				
Oficinas individuales	10	3.383,00 €	33.830,00 €	15,52 €
Equipo de producción Central	2	5.682,00 €	11.364,00 €	6,97 €

*Sobrecoste de optimización de equipos de producción de calor/frío en las tipologías estudiadas.*

Se puede observar que en el caso de uso más frecuente por normativa que serán los sistemas con recuperación de calor, el sobrecoste mayor se sitúa entre los 31 €/m<sup>2</sup> y los 15 €/m<sup>2</sup> para el caso de instalaciones individuales asiladas o entre medianeras respectivamente y que la variación de sobrecostes entre tipologías individuales o centralizadas está entre el 50% y 33%, respectivamente.

En cuanto a los sistemas de iluminación, se ha estimado la repercusión de reducir un 30% del valor VEEI de la instalación, lo que supone garantizar el mismo nivel de luminancia con una potencia instalada mucho menor. Específicamente se ha estudiado el caso de reducir la potencia instalada de 6 W/m<sup>2</sup> a 3,6 W/m<sup>2</sup> asociado al cambio de lámparas de tubo fluorescente de 36 W a tecnología LED de 18 W tal como se presenta a continuación.

Edificio Aislado								
Tipos	Potencia	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	Potencia Instalada	nº luminarias	Precio/ut	Inversión	Imagen
Tubo Fluorescente	36 W	2.180	6	13.080	727	7,16	5.202,93	
Tubo LED	18 W	2.180	3,6	7.848	727	18,17	13.203,53	
<b>Diferencia:</b>							<b>8.000,60</b>	<b>3,67 €/m<sup>2</sup></b>

Edificio Entre medianeras								
Tipos	Potencia	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	Potencia Instalada	nº luminarias	Precio/ut	Inversión	Imagen
Tubo Fluorescente	36 W	1.630	6	9.780	543	7,16	3.890,27	
Tubo LED	18 W	1.630	3,6	5.868	543	18,17	9.872,37	
<b>Diferencia:</b>							<b>5.982,10</b>	<b>3,67 €/m<sup>2</sup></b>

*Estimación de sobrecoste por cambio de tecnología de iluminación.*

A pesar de la diferencia de superficie y número de luces, el sobrecoste estimado para las dos tecnologías es de 3,67 €/m<sup>2</sup>.

Finalmente, a modo de síntesis, se presenta en la siguiente tabla, la repercusión total de sobrecostes por tipología de los casos estudiados:

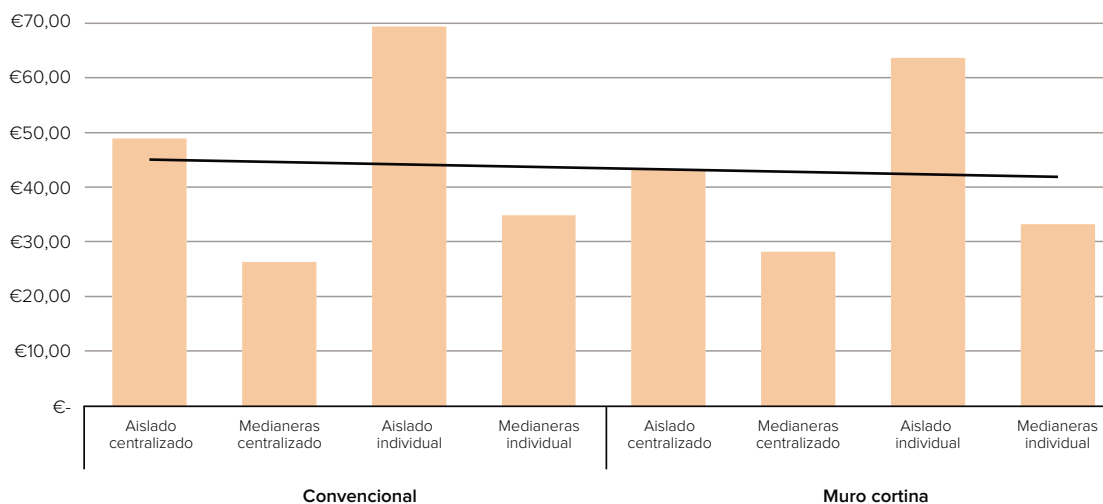
Síntesis sobrecostes mejoras producción clima centralizada			Síntesis sobrecostes mejoras producción clima individual		
Tipología Convencional			Tipología Convencional		
Actuación	Edificio Aislado		Actuación	Edificio Aislado	
	Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>		Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>
Envolvente óptima	75.678,02 €	34,71 €	Envolvente óptima	75.678,02 €	34,71 €
Iluminación eficiente	8.000,60 €	3,67 €	Iluminación eficiente	8.000,60 €	3,67 €
Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, centralizado con RC	17.046,00 €	10,46 €	Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, Individuales con RC	67.660,00 €	31,04 €
<b>Total</b>	<b>100.724,62 €</b>	<b>48,84 €</b>	<b>Total</b>	<b>151.338,62 €</b>	<b>69,42 €</b>
Actuación	Edificio entre medianeras		Actuación	Edificio entre medianeras	
	Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>		Coste total Edificio	€/m <sup>2</sup>
Envolvente óptima	25.503,27 €	15,65 €	Envolvente óptima	25.503,27 €	15,65 €
Iluminación eficiente	5.982,10 €	3,67 €	Iluminación eficiente	5.982,10 €	3,67 €
Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, centralizado con RC	11.364,00 €	6,97 €	Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, Individuales con RC	33.830,00 €	15,52 €
<b>Total</b>	<b>42.849,37 €</b>	<b>26,29 €</b>	<b>Total</b>	<b>65.315,37 €</b>	<b>34,83 €</b>
Tipología Muro cortina			Tipología Muro cortina		
Actuación	Edificio Aislado		Actuación	Edificio Aislado	
	Coste total Edificio	€/m <sup>2</sup>		Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>
Envolvente óptima	63.170,80 €	28,98 €	Envolvente óptima	63.170,80 €	28,98 €
Iluminación eficiente	8.000,60 €	3,67 €	Iluminación eficiente	8.000,60 €	3,67 €
Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, centralizado con RC	17.046,00 €	10,46 €	Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, Individuales con RC	67.660,00 €	31,04 €
<b>Total</b>	<b>88.217,40 €</b>	<b>43,11 €</b>	<b>Total</b>	<b>138.831,40 €</b>	<b>63,68 €</b>
Actuación	Edificio entre medianeras		Actuación	Edificio entre medianeras	
	Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>		Coste total edificio	€/m <sup>2</sup>
Envolvente óptima	22.889,79 €	14,04 €	Envolvente óptima	22.889,79 €	14,04 €
Iluminación eficiente	5.982,10 €	3,67 €	Iluminación eficiente	5.982,10 €	3,67 €
Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, centralizado con RC	17.046,00 €	10,46 €	Sistemas de producción SPF ≥ 3,5, Individuales con RC	33.830,00 €	15,52 €
<b>Total</b>	<b>45.917,89 €</b>	<b>28,17 €</b>	<b>Total</b>	<b>62.701,89 €</b>	<b>33,23 €</b>

*Síntesis de estimación de costes incluyendo la optimización de la envolvente y sistemas de acuerdo con las opciones simuladas en el estudio.*

A partir de la síntesis de resultados de la tabla anterior se plantean las siguientes conclusiones:

- El promedio de sobrecoste para todas las tipologías se sitúa en 43,55 €/m<sup>2</sup> incluyendo las optimizaciones tanto de envolvente como sistemas estudiadas.

#### Comparativa sobrecostes casos estudiados



Comparativa de resultados de sobrecoste en €/m<sup>2</sup> en las tipologías estudiadas con media (línea de color negro).

- El sobrecoste varía de forma significativa según se consideren los sistemas de climatización y ACS, ya sean estos centralizados o individuales. La diferencia en las tipologías de edificio aislado se sitúan entre el 30% y el 32%, según sea edificio convencional o muro cortina y entre el 25% y el 15% en la tipología entre medianeras, respectivamente.
- Los sobrecostes más elevados de cada tipología se dan siempre en la solución individual de sistemas de clima y ACS ya sea en la versión convencional o muro cortina, con valores alrededor de los 65-70 €/m<sup>2</sup> en el caso aislado y sobre los 35 €/m<sup>2</sup> en el caso entre medianeras.
- Los sobrecostes entre tipología Aislada y entre medianeras varían alrededor de un 50%, lo que se cuenta directamente con la cantidad de superficie de cada tipología y la repercusión de m<sup>2</sup> de envolvente que tienen.
- En cualquier caso, y con la consideración de que se trata de una aproximación de costes, los valores obtenidos muestran una repercusión baja respecto a los costes globales habituales de construcción en términos de PEM. Se ha calculado según baremos del COAC de 2016 el coste del m<sup>2</sup> de construcción de las tipologías estudiadas y se ha comparado la repercusión de los sobrecostes estimados. En el caso de uso hotelero han hecho diferentes hipótesis de calidad del edificio. Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tipo edificio	PEM (Mr)	Sobrecoste	
	€/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	%
Hotel 5* aislado - calidad alta	2.082,24 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	3,3%
Hotel 5* aislado - calidad normal	1.735,20 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	4,0%
Hotel 4* aislado - calidad alta	1.804,61 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	3,8%
Hotel 4* aislado - calidad normal	1.503,84 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	4,6%
Hotel 3* aislado - calidad alta	1.526,98 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	4,5%
Hotel 3* aislado - calidad normal	1.272,48 €/m <sup>2</sup>	69,42 €/m <sup>2</sup>	5,5%
Hotel 5* medianeras - calidad alta	1.735,20 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	2,0%
Hotel 5* medianeras - calidad normal	1.446,00 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	2,4%
Hotel 4* medianeras - calidad alta	1.503,84 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	2,3%
Hotel 4* medianeras - calidad normal	1.253,20 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	2,8%
Hotel 3* medianeras - calidad alta	1.272,48 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	2,7%
Hotel 3* medianeras - calidad normal	1.060,40 €/m <sup>2</sup>	34,83 €/m <sup>2</sup>	3,3%
Vivienda aislada (80 m <sup>2</sup> ) - calidad alta	971,71 €/m <sup>2</sup>	35,43 €/m <sup>2</sup>	3,6%
Vivienda aislada (80 m <sup>2</sup> ) - calidad normal	809,76 €/m <sup>2</sup>	35,43 €/m <sup>2</sup>	4,4%
Vivienda medianeras (80 m <sup>2</sup> ) - calidad alta	809,76 €/m <sup>2</sup>	31,33 €/m <sup>2</sup>	3,9%
Vivienda medianeras (80 m <sup>2</sup> ) - calidad normal	674,80 €/m <sup>2</sup>	31,33 €/m <sup>2</sup>	4,6%
Módulo de referencia (Mr) según baremos COAC 2016 - Mb: 482 €			

*Estimación de repercusión económica respecto del PEM calculado a partir del módulo de referencia COAC 2016.*

Aunque se trata de una aproximación de costes en las condiciones ya comentadas, comparada con cálculo a partir de precios de referencia, se observa una repercusión muy baja, entre el 2% y el 6%, que contando con posibles errores de cálculo y estimación parece fácil de asumir en los costos globales de construcción de obra nueva para las tipologías estudiadas.

## 7. Conclusiones generales

A partir del análisis de las diferentes conclusiones parciales que se han ido comentando a lo largo del documento, hacemos una síntesis final de conclusiones generales aplicables a todas las tipologías estudiadas.

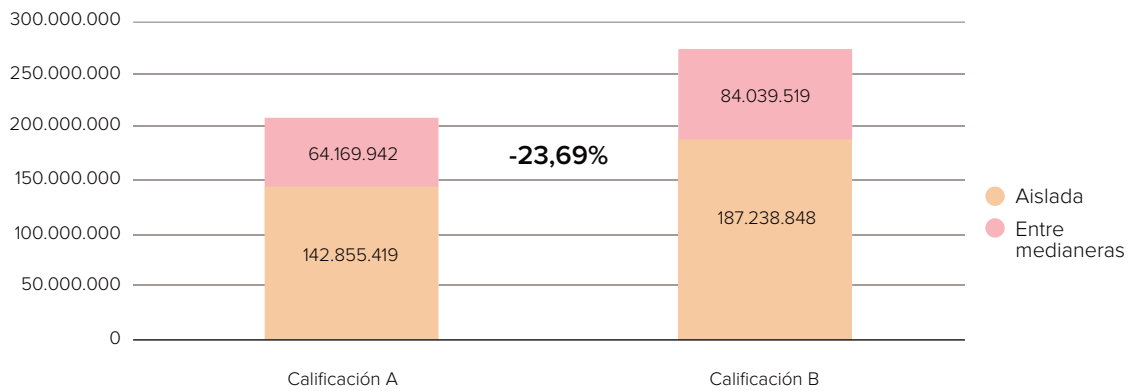
La principal conclusión es que la aplicación de mínimos normativos de calidad constructiva, junto con las exigencias del RITE en edificios de las tipologías estudiadas, los sitúa en una clase B tanto para el indicador  $EP_{nr}$  como para  $CO_2$ . Si la voluntad fuese que los nuevos edificios alcanzasen un nivel superior de eficiencia energética, se debería utilizar como criterio de diseño el objetivo de una clase A, en los indicadores anteriores, parece necesario lo siguiente:

- **Promover la optimización de la calidad constructiva.** Las calidades definidas en el Apéndice E del CTE son una buena referencia.
- **Promover las estrategias de ventilación natural y, a ser posible, superar los mínimos de recuperación de calor y free cooling exigidos por la normativa.** Cuanto más aislado es el edificio más necesitados de disipar calor a través de la ventilación tendrá y si esto no se acompaña con soluciones eficientes el consumo eléctrico asociado aumenta.
- **Hacer cumplir la exigencia de fotovoltaica.** En equilibrio con los avances (o retrocesos) normativos, se debería promover la instalación y el autoconsumo.
- La iluminación es el uso energético de mayor peso en todos los escenarios. Su optimización se convierte en un requisito para alcanzar niveles de eficiencia más grandes en cualquier tipología. **Una medida de impacto directo sería la fijación de un umbral de VEEL y exigir la incorporación de sistemas de control adecuados.** Sería recomendable realizar estudios que permitan orientar a los proyectistas para incorporar soluciones adecuadas.
- **Los edificios conectados a redes de producción de calor/frío del distrito requieren de un menor esfuerzo para alcanzar niveles A** de eficiencia en los indicadores de certificación energética; en este caso, con la optimización de la iluminación y/o la aportación fotovoltaica se puede asegurar la mejor clase.

Como aproximación, se ha querido estimar la repercusión que tendría para el futuro de la ciudad la utilización con criterio de diseño del objetivo de clasificación energética A en el indicador de energía primaria no renovable  $EP_{nr}$  y de emisiones de  $CO_2$ , con independencia del cumplimiento de criterios energéticos parciales del resto de indicadores. Esta estimación se ha realizado considerando las proyecciones de  $m^2$  potenciales a desarrollar según los datos PECQ redactado el 2011, tal como se ha comentado en el apartado 3.1 de este documento. En las imágenes siguientes se hace una síntesis de los resultados obtenidos.

Previsión desarrollo urbanístico – Uso terciario

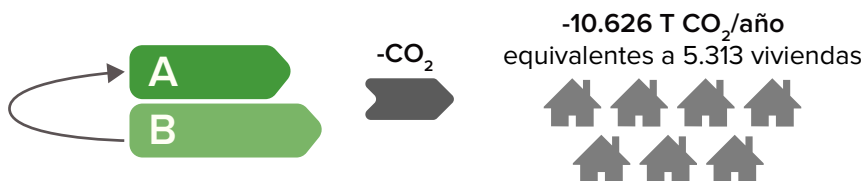
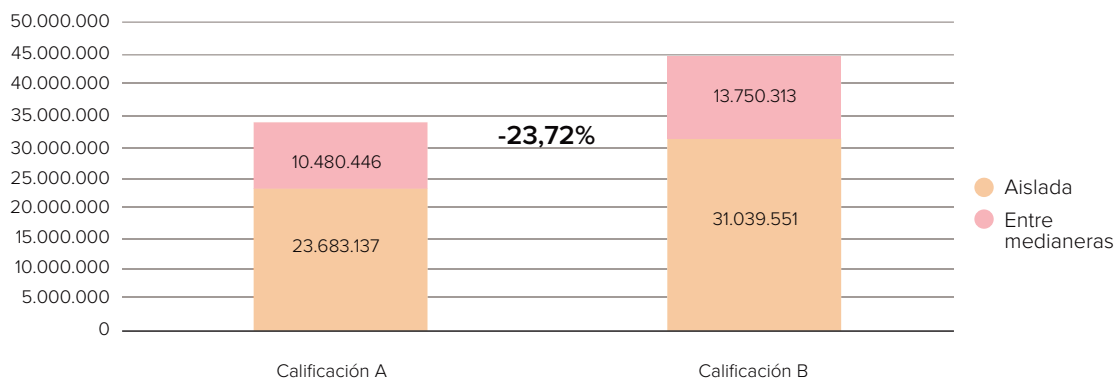
Consumo de energía primaria no renovable (kWh/año) - uso terciario



Resumen de los resultados de estimación del impacto de una clasificación energética A en el indicador de EP<sub>nr</sub> al uso Terciario-Oficinas, según proyecciones de desarrollo urbanístico de Barcelona.

Previsión desarrollo urbanístico – Uso terciario

Emisiones de dióxido de carbono (kgCO<sub>2</sub>/año) - uso terciario

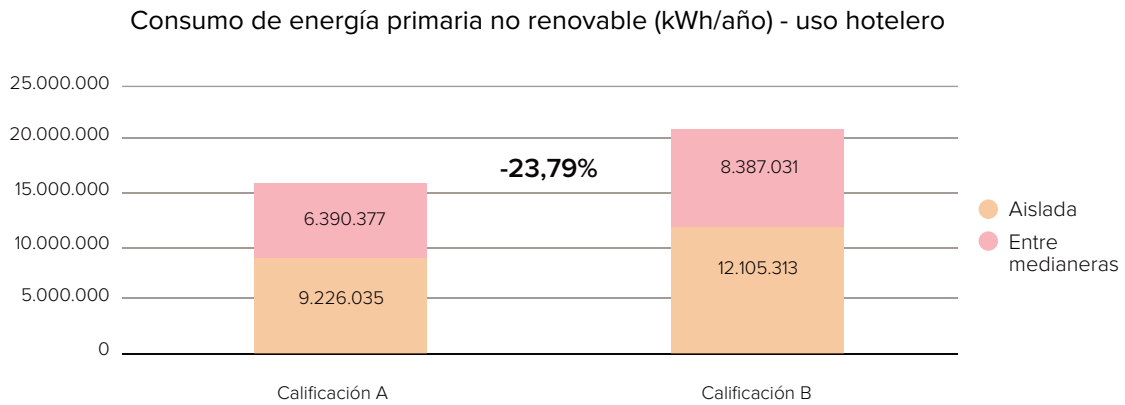


Resumen de los resultados de estimación del impacto de una clasificación energética A en las emisiones de CO<sub>2</sub> al uso Terciario-Oficinas, según proyecciones de desarrollo urbanístico de Barcelona.

En el caso del uso Terciario-Oficinas, el potencial de ahorro es significativo: en términos de energía primaria no renovable se podrían ahorrar alrededor de 64 millones de kWh, lo que equivale a la energía primaria de más de 8.500 viviendas (casi 425 bloques de viviendas con 20 familias), tomando como referencia las estadísticas de consumo final de energía del estudio SPAHOUSEC del IDAE<sup>5</sup>.

En términos de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> el potencial es igualmente significativo, ya que se podrían ahorrar más de 10.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a las emisiones de más de 5.300 viviendas.

### Previsión desarrollo urbanístico – Uso hotelero



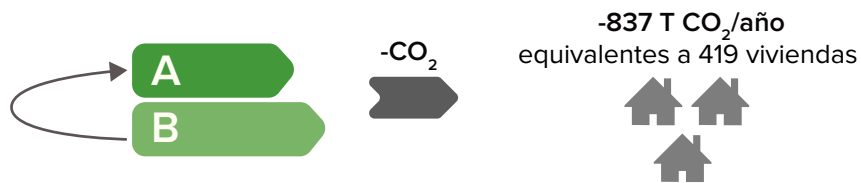
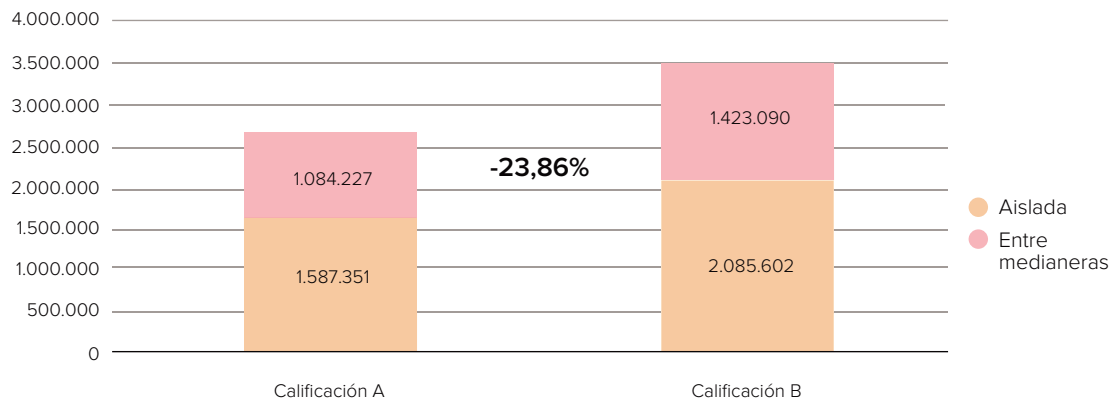
*Resumen de los resultados de estimación del impacto de una clasificación energética A en el indicador de EP<sub>nr</sub> al uso Terciario Hotelero, según proyecciones de desarrollo urbanístico de Barcelona.*

<sup>5</sup> Proyecto SECH-SPAHOUSEC. "Análisis del consumo energético del sector residencial en España". IDAE 2011.



## Previsión desarrollo urbanístico – Uso hotelero

### Emisiones de dióxido de carbono (kgCO<sub>2</sub>/año) - uso hotelero



*Resumen de los resultados de estimación del impacto de una clasificación energética A en las emisiones de CO<sub>2</sub> al uso Terciario-Hotelero, según proyecciones de desarrollo urbanístico de Barcelona.*

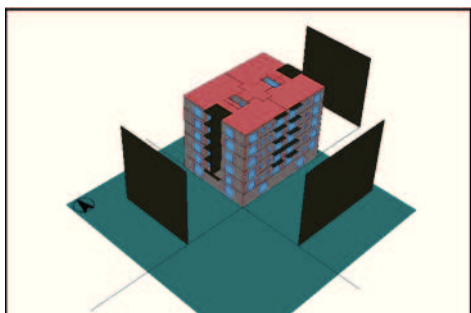
En cuanto al uso Terciario-Hotelero, el potencial de ahorro, aunque es menor que la anterior tipología, también es bastante significativo: en términos de energía primaria no renovable se podrían ahorrar alrededor de 4,8 millones de kWh, que equivalen a la energía primaria de más de 650 viviendas (casi 33 bloques de viviendas con 20 familias). En términos de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> se podrían ahorrar más de 800 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a las emisiones de más de 400 viviendas.

Barcelona, julio de 2016  
Societat Orgànica +10 SCCL

## Anexos

### Anexo 1. Fichas resumen descripción de los edificios estudiados

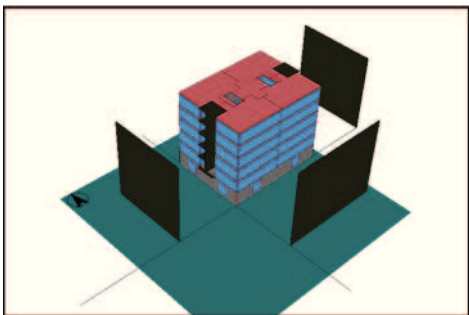
#### Edificio Terciario aislado Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización			Orientación principal			
	Zona Climática C2			Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>						
Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envoltente % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5m	PB + 5	0,37	37	37	28	28
Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )						
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos			
	6	3,79	4,5	4,5			
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> k)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> k)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> k)	Forjados (W/m <sup>2</sup> k)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> k)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,8	0,7	Según Orientación	3,81
Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar		
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%		
Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Temperaturas de Consigna Baja				Temperaturas de Consigna Alta			
Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de las características principales de Edificio aislado Convencional Intensidad Media 12 h.

## Edificio Terciario aislado Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



<b>Características Generales</b>	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>					

<b>Geometría del Edificio</b>	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	86	86	96	96

<b>Ganancias Internas</b>	<b>Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m<sup>2</sup>)</b>			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	6	3,79	4,5	4,5

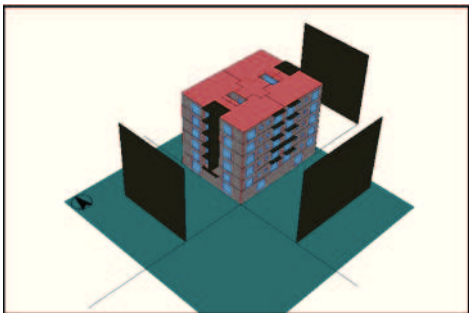
<b>Elementos del Edificio</b>	<b>Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>·K)</b>						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,8	0,7	Según Orientación	3,81

<b>Sistemas del Edificio</b>	<b>Ventilación</b>	<b>Sistema de calefacción</b>	<b>Sistema de refrigeración</b>	<b>Sistema ACS</b>	<b>Cobertura Solar</b>
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

<b>Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio</b>							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de las características principales de Edificio aislado Muro cortina Intensidad Media 12 h.

## Edificio Terciario aislado Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>					

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	37	37	28	28

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación latente	Iluminación	Equipos
	10	6,3	7,5	7,5

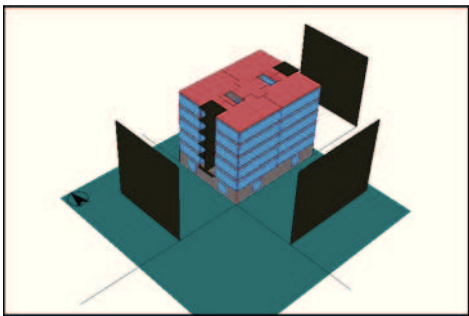
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,08	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de las características principales de Edificio aislado Convencional Intensidad Alta 12 h.

## Edificio Terciario aislado Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>					

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	86	86	96	96

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	10	6,3	7,5	7,5

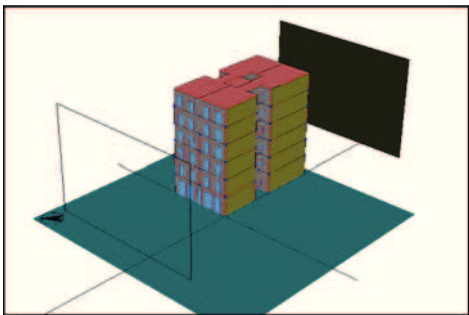
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	1,67	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de las características principales de Edificio aislado Muro cortina Intensidad Alta 12 h.

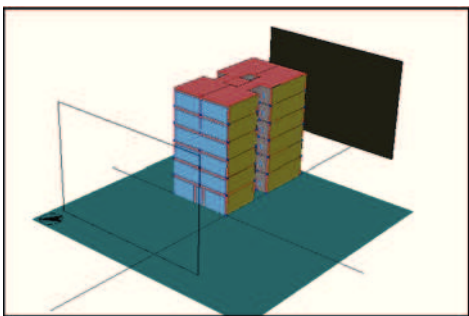
## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



<b>Características Generales</b>	Localización			Orientación principal			
	Zona Climática C2			Entre medianeras			
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>						
<b>Geometría del Edificio</b>	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22m	PB + 5	0,28	24	24	-	-
<b>Ganancias Internas</b>	<b>Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m<sup>2</sup>)</b>						
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos			
	6	3,79	4,5	4,5			
<b>Elementos del Edificio</b>	<b>Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>·K)</b>						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,7	0,7	Según Orientación	3,81
<b>Sistemas del Edificio</b>	<b>Ventilación</b>	<b>Sistema de calefacción</b>	<b>Sistema de refrigeración</b>	<b>Sistema ACS</b>	<b>Cobertura Solar</b>		
	1,48 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctric con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%		
<b>Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio</b>							
<b>Temperaturas de Consigna Baja</b>				<b>Temperaturas de Consigna Alta</b>			
Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Convencional Intensidad Media 12 h.

## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Entre medianeras			
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>					

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22	PB + 5	0,28	86	86	-	-

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	6	3,79	4,5	4,5

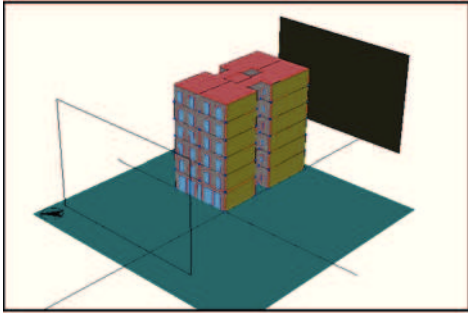
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,7	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	1,48 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Muro cortina Intensidad Alta 12 h.

## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Oficinas de Pb (locales) + 5

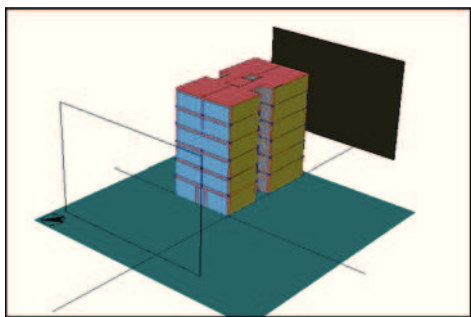


<b>Características Generales</b>	Localización			Orientación principal			
	Zona Climática C2			Entre medianeras			
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>						
<b>Geometría del Edificio</b>	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envoltente % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22	PB + 5	0,28	24	24	-	-
<b>Ganancias Internas</b>	<b>Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m<sup>2</sup>)</b>						
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos			
	10	6,3	7,5	7,5			
<b>Elementos del Edificio</b>	<b>Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>k)</b>						
	Muros (W/m <sup>2</sup> k)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> k)	Forjados (W/m <sup>2</sup> k)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> k)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,08	0,7	Según Orientación	3,81
<b>Sistemas del Edificio</b>	<b>Ventilación</b>	<b>Sistema de calefacción</b>	<b>Sistema de refrigeración</b>	<b>Sistema ACS</b>	<b>Cobertura Solar</b>		
	1,48 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%		
<b>Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio</b>							
<b>Temperaturas de Consigna Baja</b>				<b>Temperaturas de Consigna Alta</b>			
Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

*Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Convencional Intensidad Alta 12 h.*



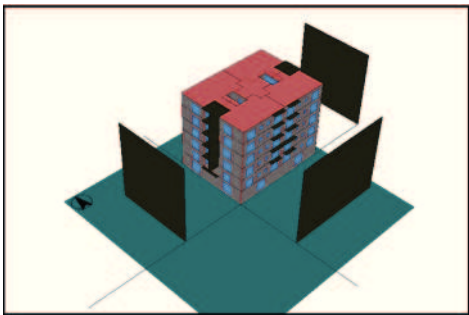
## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Oficinas de Pb (locales) + 5



<b>Características Generales</b>	Localización			Orientación principal			
	Zona Climática C2			Entre medianeras			
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>						
<b>Geometría del Edificio</b>	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22	PB +5	0,28	86	86	-	-
<b>Ganancias Internas</b>	<b>Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m<sup>2</sup>)</b>						
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos			
	10	6,3	7,5	7,5			
<b>Elementos del Edificio</b>	<b>Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>·K)</b>						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,08	0,7	Según Orientación	3,81
<b>Sistemas del Edificio</b>	<b>Ventilación</b>	<b>Sistema de calefacción</b>	<b>Sistema de refrigeración</b>	<b>Sistema ACS</b>	<b>Cobertura Solar</b>		
	1,41 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%		
<b>Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio</b>							
<b>Temperaturas de Consigna Baja</b>				<b>Temperaturas de Consigna Alta</b>			
Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h) 15-16 (h) 21-24 (h)	7 a 14 (h)	17a 20 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	20°	Laboral y Sábado	-	25°	25°
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Muro cortina Intensidad Alta 12 h.

## Edificio Terciario aislado Uso Hotel de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>					

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	37	37	28	28

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	2	1,26	4,4	4,4

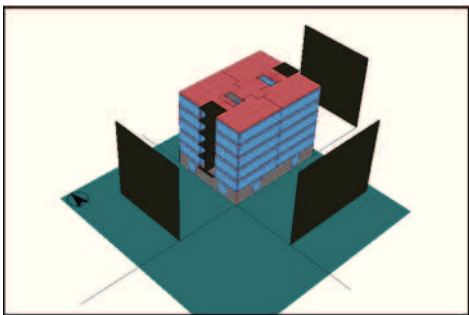
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,7	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	0,80 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h)	7 a 14 (h)	15 a 24 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h)	7 a 14 (h)	17 a 24 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	-	Laboral y Sábado	-	25°	-
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio aislado Convencional Intensidad Baja 8 h.

## Edificio Terciario aislado Uso Hotel de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización		Orientación principal			
	Zona Climática C2		Aislado			
	Superficie total: 1.750 m <sup>2</sup>					

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envoltente % (N/S/E/W)			
	23 x 17 x 18,5	PB + 5	0,37	86	86	96	96

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	2	1,26	4,4	4,4

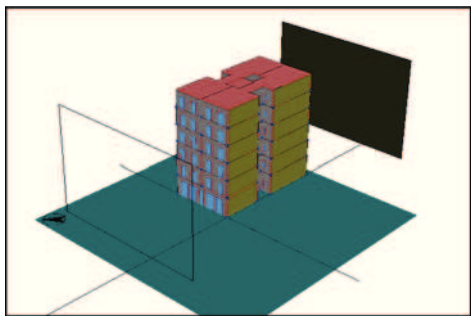
Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> k)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> k)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> k)	Forjados (W/m <sup>2</sup> k)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> k)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,8	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	0,80 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h)	7 a 14 (h)	15 a 24 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h)	7 a 14 (h)	17 a 24 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	-	Laboral y Sábado	-	25°	-
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio aislado Muro cortina Intensidad Baja 8 h.

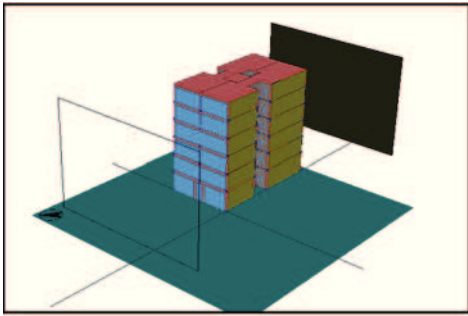
## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Hotel de Pb (locales) + 5



<b>Características Generales</b>	Localización			Orientación principal			
	Zona Climática C2			Entre medianeras			
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>						
<b>Geometría del Edificio</b>	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envoltente % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22	PB + 5	0,28	24	24	-	-
<b>Ganancias Internas</b>	<b>Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m<sup>2</sup>)</b>						
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos			
	2	1,26	4,4	4,4			
<b>Elementos del Edificio</b>	<b>Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>·K)</b>						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (l/h)
	0,74	0,50	1,34	2,7	0,7	Según Orientación	3,81
<b>Sistemas del Edificio</b>	<b>Ventilación</b>	<b>Sistema de calefacción</b>	<b>Sistema de refrigeración</b>	<b>Sistema ACS</b>	<b>Cobertura Solar</b>		
	0,80 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%		
<b>Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio</b>							
<b>Temperaturas de Consigna Baja</b>				<b>Temperaturas de Consigna Alta</b>			
Horario de funcionamiento	1-6 (h)	7 a 14 (h)	15 a 24 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h)	7 a 14 (h)	17 a 24 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	-	Laboral y Sábado	-	25°	-
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Convencional Intensidad Baja 8 h.

## Edificio Terciario Entre medianeras Uso Hotel de Pb (locales) + 5



Características Generales	Localización	Orientación principal
	Zona Climática C2	Entre medianeras
	Superficie total: 1.355 m <sup>2</sup>	

Geometría del Edificio	Ancho x Largo x Alto (m)	Número de Plantas	Ratio Superficie / Volumen	Ratio Ventanas / Envolverte % (N/S/E/W)			
	13 x 23 x 22	PB + 5	0,28	86	86	-	-

Ganancias Internas	Perfil del Edificio Ganancias Térmicas (W/m <sup>2</sup> )			
	Ocupación sensible	Ocupación Latente	Iluminación	Equipos
	2	1,26	4,4	4,4

Elementos del Edificio	Transmitancia Térmica (W/m <sup>2</sup> ·K)						
	Muros (W/m <sup>2</sup> ·K)	Cubierta (W/m <sup>2</sup> ·K)	Forjados (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ventanas (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar del cristal (g)	Factor Solar del cristal (g) + Sombreo	Infiltración n50 (1/h)
	0,74	0,50	1,34	2,8	0,7	Según Orientación	3,81

Sistemas del Edificio	Ventilación	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Sistema ACS	Cobertura Solar
	0,80 ren/h	Sis. Gas natural - Rend 0,92	Eléctrico con Rend 2	Sis. Gas - Rend 0,92	Según Ordenanza AEB 60%

Temperaturas de consigna - Horarios del Edificio							
Horario de funcionamiento	Temperaturas de Consigna Baja			Temperaturas de Consigna Alta			
	1-6 (h)	7 a 14 (h)	15 a 24 (h)	Horario de funcionamiento	1-6 (h)	7 a 14 (h)	17 a 24 (h)
Laboral y Sábado	-	20°	-	Laboral y Sábado	-	25°	-
Festivo	-	-	-	Festivo	-	-	-

*Ficha de características principales de Edificio entre medianeras Muro cortina Intensidad Baja 8 h.*

## Anexo 2: Resultados detallados de todos los casos simulados

### Resultados de las simulaciones realizadas

A continuación se presentan todos los resultados realizados para cada caso, la información se ha ordenado siguiendo la secuencia de resultados:

- Resultados demanda energética HE1
- Resultados energía primaria no renovable EP<sub>nr</sub>
- Resultados emisiones de CO<sub>2</sub>

De la misma manera, los casos simulados son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tipología de uso	Tipología Geométrica	Tipología Constructiva	Agenda Funcionamiento
Edificio Oficinas	Aislado	Convencional Muro cortina	Intensidad Media (12 h)
	Entre medianeras	Convencional Muro cortina	
Edificio Oficinas	Aislado	Convencional Muro cortina	Intensidad Alta (12 h)
	Entre medianeras	Convencional Muro cortina	
Edificio Hotel	Aislado	Convencional Muro cortina	Intensidad Alta (16 h) Intensidad Baja (8 h)
	Entre medianeras	Convencional Muro cortina	

## Resultados demanda energética HE1

### Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	27,70	18,20	21,40	19,50	7,20	24,30
Demanda conjunta	36,10		31,38		23,46	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	36,59		36,59		36,59	
Edif. Referencia	48,78		48,78		48,78	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
CTE-HE1 -25%	98,66%		85,76%		64,12%	
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0. Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0. Apéndice E: Envoltente con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.						

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad media 12 h.

## Resultado demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,08		2,08		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	32,10	22,30	25,70	23,60	11,30	28,60
Demanda conjunta	35,02		31,87		30,45	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	35,69		35,69		35,69	
Edif. Referencia	47,59		47,59		47,59	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	C	C	C	A	C
CTE-HE1 -25%	98,12%		89,30%		85,32%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad **Alta** 12 h.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,08		2,08		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C3 = 9 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	22,40	34,00	18,00	36,10	12,70	40,90
Demanda conjunta	43,51		41,17		40,28	
Límits CTE Conjunto (kWh/m² año)	43,76		43,76		43,76	
Edif. Referencia	58,35		58,35		58,35	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	C	C	C	B	C
CTE-HE1 -25%	99,43%		94,08%		92,05%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envolverte con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad Media 12 h.



## Resultados demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,10	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT
Transmitancia Huecos	1,67		1,67		1,14	
Permeabilidad Carpinterías	C3 = 9 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h		1,41 ren/h		1,41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² any)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	21,70	38,20	17,30	40,60	9,90	42,10
Demanda conjunta	43,13		42,97		42,44	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	44,91		44,91		44,91	
Edif. Referencia	59,88		59,88		59,88	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	C	C	C	A	C
CTE-HE1 -25%	96,04%		95,68%		94,50%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltente con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad **Alta** 12 h.

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- El cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas, con muro cortina predomina la demanda de frío y en el edificio convencional predomina la de calor.
- La optimización de la envolvente reduce significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso "Base".
- Optimizando la envolvente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas se iguala en todos los casos predominando la demanda de refrigeración.
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, en ser ésta una tipología (terciarios) en que la producción de calor interna es alta, y las posibilidades de disipación por la envolvente van a favor.
- En términos de energía (kWh/m² a), la demanda conjunta de calefacción y refrigeración de un edificio de tipología convencional es entre un 30% y un 40% menor que la de un edificio de la tipología "Muro cortina" según sea la intensidad de uso media o alta.

# Resultados HEO EP<sub>nr</sub> Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5		
	"Apéndice E"																
<b>Caso Terciario aislado - OFICINA - Intensidad media 12 h</b>																	
Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	D	4/12/4	
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	
	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	
Cubierta	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	
	2,80	4/12/4	2,80	4/12/4	2,80	4/12/4	2,80	4/12/4	2,80	4/12/4	2,80	4/12/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	
Fogajes / Locales Comerciales	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	
	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67		
Huecos (Cristales)	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	
	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	
	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67		
Transmisión Huecos	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,41 ren/h	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	
	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	
Permeabilidad Carpinterías	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	
Ventilación del Edificio	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	
	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	
Puentes Térmicos	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	23,46	23,46	23,46	21,89	
	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	98,11	73,93	70,1	70,1	
VEEI	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	
	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	73,84%	64,72%	48,77%	46,84%	
Demanda Parcial (Wh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	
	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	
Demanda conjunta	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	36,10	34,93	23,46	23,46	23,46	21,89	
	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	332,41	10748	98,11	73,93	70,1	70,1	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (Wh/m <sup>2</sup> año)	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	
	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	87,35%	70,9%	73,84%	64,72%	48,77%	46,84%	
% Respecto Ed. Referencia	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	
	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	
Clase demanda CEE	98,66%	95,46%	98,66%	95,46%	98,66%	95,46%	98,66%	95,46%	98,66%	95,46%	98,66%	95,46%	64,12%	64,12%	59,83%	59,83%	
	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	
Calificación Energética	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	A	C	A	C
	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH
	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones por el Indicador EP<sub>nr</sub>

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido por este indicador (Clase B) se requieren sistemas on rendimiento SPF  $\geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento (SPF 3,5), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- **La iluminación es el uso energético de mayor peso en todos los escenarios. Su optimización se convierte en un requisito para conseguir niveles de eficiencia mayores en cualquier tipología.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con las calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA), incluso con mínimos de CTE, sin eliminación de PT, sistemas óptimos SPF  $> 3,5$  y VEEI óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con envolvente mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF  $\geq 3,0$  y VEEI óptimo.
  - Con sistemas de rendimiento SPF 3,0 se requiere optimización del VEEI.
  - Con calidad constructiva del Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de SPF  $\geq 3,0$ .
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A en este indicador** y se puede conseguir con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de SPF  $\geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de CO<sub>2</sub>, garantiza el cumplimiento de mínimos EP<sub>nr</sub> (Clase B).
- **La iluminación es el uso energético de mayor peso en todos los escenarios. Su optimización se convierte en un requisito para conseguir niveles de eficiencia mayores en cualquier tipología.**

## Resultados HEO EP<sup>nr</sup> Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario aislado - OFICINA - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"															
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Sist. Op. 3 SPF 3.5		Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Sist. Op. 3 SPF 3.5		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF 3.0		Sist. Op. 3 SPF 3.5		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF 3.0		Sist. Op. 3 SPF 3.5							
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 3 VEEH	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5
Fogajes / Locales Comerciales	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0
Huecos (Cristales)	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4
Huecos (Pantallas)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT
Transparencia Huecos	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C2 = 27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	1.41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	1.41 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	
Demanda Parcela (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	32.20	22.30	35.70	19.00	32.20	22.30	35.70	19.00	32.20	22.30	35.70	19.00	32.20	22.30	35.70	19.00	32.20	30.45	11.30	28.60	30.45	11.30	28.60	30.45	11.30	28.60	
Demanda conjunta	Calef.	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	34.57	35.02	31.87	29.10	31.87	29.10	31.87	29.10	31.87	29.10	31.87	
Total EP <sub>nr</sub> HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	143.88	13.85	108.53	9.11	108.53	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	85.76	82.43	105.53	82.43	105.53	82.43	105.53	82.43	105.53	82.43	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	
% Respecto Ed. Referencia	Calef.	86.9.0%	68.7.6%	65.5.9%	55.0.3%	65.5.9%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	51.8.0%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	62.9.6%	
Clase demanda CEE	Calef.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
CTE-HEI -25%	CO <sub>2</sub>	95.12%	95.71%	98.12%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	96.86%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	85.32%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	
	CO <sub>2</sub>	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5		

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE sin Puertas Térmicas resueltas y Sistema de Referencia CTE HEO.  
 Apéndice E: Envoltorio de mínimos de CTE sin Puertas Térmicas resueltas y Sistema de Referencia CTE HEO.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia de Calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 2.00%.  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3.00 y 3.50 respectivamente. AC con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3.0 y 3.5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presenta en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento y un  $SPF \geq 3,0$  óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento ( $SPF 3,5$ ), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE ( $COP 0,92$  y  $EER 2,0$ ) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA), hasta con mínimos de CTE, eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF 3,5$  y VEEI óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con la envolvente mínima de CTE, eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF 3,5$  y VEEI óptimo.
  - Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de  $SPF > 3,0$ .
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A en este indicador**, y se puede conseguir con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).



A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento ( $SPF 3,5$ ), si el envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE ( $COP 0,92$  y  $EER 2,0$ ) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimos según OMA) con sistemas óptimos  $SPF 3,5$  y VEEI óptimo, hasta con el envolvente de mínimos de CTE, con PT resueltos.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con envolvente mínimo de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,5$  y VEEI óptimo.
  - Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,5$ .
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador y se puede conseguir con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
- Los escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).

# Resultados HE0 EP Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5
	"Apéndice E"														
<b>Caso Terciario aislado - OFICINA Muro cortina - Intensidad alta 12 h</b>															
	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)
	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK
Muro Exterior	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Cubierta	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fogajeros / Locales Comerciales	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Huecos (Cristales)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Huecos (Carpete)	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Transparencia Huecos	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Permeabilidad Carpinterías	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²
Ventilación del Edificio	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos
VEEI	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE
Demanda Parcel (kWh/m² año)	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.
	2170	2440	3460	2170	3820	3460	1730	4050	1730	3570	4050	1970	3670	4050	3878
Demanda conjunta	4313	4155	4313	4155	4297	4297	4297	4297	4297	4297	4297	4297	4297	4297	4297
Total EP <sub>HE0</sub> (kWh/m² año)	145,70	172,9	93,77	114,7	89,04	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60
Edif. Referencia HE0 EP <sub>ref</sub> (kWh/m² año)	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92	175,92
% Respecto Ed. Referencia	82,82%	66,67%	63,36%	63,36%	66,00%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%	81,05%
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE-HEI -25%	95,04%	92,52%	96,04%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%	95,68%
Calificación Energética	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO	EP <sub>ref</sub> CO
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE sin Puente Térmico resuelto y Sistema de Referencia CTE-HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio de mínimos de CTE sin Puente Térmico resuelto y Sistema de Referencia CTE-HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 2,00%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3,00 y 3,50 respectivamente. ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistema de climatización previamente definidas.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Muro cortina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base":



A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador EP<sub>nr</sub>

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de rendimiento (SP 3,0), si el envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. En el caso de sistemas con rendimiento (SPF 3,5) se consigue la B aunque no reducir el VEEI. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA) con sistemas óptimos SPF  $\geq 3,5$  y VEEI óptimo, hasta con envolvente de mínimos de CTE, sin resolver los PT.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con envolvente mínimos de CTE, con o sin eliminación de PT, sistemas óptimos SPF  $\geq 3,5$  y VEEI óptimo.
  - Con calidad constructiva de Apéndice E se requiere un VEEI óptimo y sistemas de SPF  $\geq 3,0$ .
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador, y se puede conseguir con cualquier calidad de envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistema de SPF  $\geq 3,0$ .
- Los escenarios que consiguen la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de CO<sub>2</sub> garantiza el cumplimiento de mínimos EP<sub>nr</sub> (Clase B).

# Resultados HE0 EP<sub>pr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Biomasa Terciario aislado - OFICINA - Intensidad media 12 h												"Apéndice E"														
	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0								
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores		
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	
Fogajes / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	
Huecos (Cristales)	2,80	4/2/4	D	4/2/4	2,80	4/2/4	D	4/2/4	2,80	4/2/4	D	4/2/4	2,80	4/2/4	D	4/2/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60
Huecos (Carpintería)	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	Módulo/ PVC/CRPT	2,20	
Transparencia Huecos	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
Permeabilidad Carpinterías	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	No resueltos	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	1,41 ren/h	
Puertas Térmicas	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> /año)	Calef. Refig.	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	18,20	2770	
Demanda conjunta	Calef. Refig.	3610	36,10	34,93	34,93	36,10	36,10	31,38	31,38	29,32	29,32	31,38	31,38	29,32	29,32	31,38	31,38	29,32	29,32	31,38	31,38	29,32	29,32	31,38	31,38	29,32	
Total EP <sub>pr</sub> - HED (kWh/m <sup>2</sup> /año)	Calef. Refig.	99,34	92,21	65,73	64,41	99,34	92,21	65,73	64,41	99,34	92,21	65,73	64,41	99,34	92,21	65,73	64,41	99,34	92,21	65,73	64,41	99,34	92,21	65,73	64,41		
Edif. Referencia HE0 EP <sub>pr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /año)	Calef. Refig.	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58	151,58		
% Respecto Ed. Referencia	Calef. Refig.	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%	65,54%	60,84%	43,36%	42,49%		
Clase demanda CEE	Calef. Refig.	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	
CTE-HEI -25%	EP <sub>pr</sub> CO	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%	98,65%	98,65%	95,46%	95,46%		
Calificación Energética	EP <sub>pr</sub> CO	C	B	B	B	A	C	B	B	A	C	B	B	A	C	B	B	A	C	B	B	A	C	B	B	A	
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec. Refig. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>		

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.

Con tal de valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

#### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**
  - Se puede observar que el hecho de utilizar la biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador. Ningún escenario simulado lo consigue.
  - Algunos escenarios llegan a conseguir la clase B (mínimo CTE) con sistemas de rendimiento EER ≥ 3,0 en la producción de frío y sin estar obligados a mejorar el VEEI.
  
- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**
  - Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
  - Se puede observar que el hecho de utilizar biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios por encima de ERR ≥ 3,0 y con VEEI óptimo. Solamente hay un caso que cumple este escenario y que queda muy cerca de conseguir la clase A (Envolvente Apéndice E, sistema EER 3,0 y VEEI óptimo) y requiere equipos con ERR superiores a 3,5.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Biomasa Terciario aislado - OFICINA - Intensidad alta 12 h v												"Apéndice E"																		
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5		Anterior + VEEI+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5										
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 Ref CTE	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	
Fojos y Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.60	4.15/4	1.60	4.15/4	1.60	4.15/4	1.60	4.15/4	1.60	4.15/4	
Huecos (Cristales)	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.80	4.12/4	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	
Huecos (Campanileo)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	
Transparencia-Huecos	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.41 tenth	
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	
Total EP <sub>nr</sub> HED (kWh/m <sup>2</sup> año)	32.0	22.30	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	35.02	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	105.59	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	165.57	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	109.43	
% Respecto Edif. Referencia	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	63.65%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	66.09%	
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
CTE-HEI -25%	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	EP <sub>nr</sub> CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	
Calificación Energética	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5	Anterior + VEEI+	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5	Anterior + VEEI+	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5	Anterior + VEEI+	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.5

Caso Base (Mínimo CTE) Envolverte de mínimos de CTE. Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HED.  
 Caso Base (Mínimo CTE) Envolverte de mínimos de CTE. Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HED.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3.00 y 3.50 respectivamente. ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3.0 y 3.5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos se han combinado con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base": Caso BIOMASA.

Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se han supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador. Ningún escenario simulado lo consigue.
- El que sí se garantiza es la clase B (Mínimos CTE), en casi la totalidad de los Casos, y sin estar obligados a mejorar el VEEI. Solamente en los Casos de sistemas de referencia Mínimos no se consigue la clase B.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- Se puede observar que el hecho de utilizar biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios por encima de ERR ≥ 3,0 y con VEEI óptimo.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3
Fojidos / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0
Huecos (Cristales)	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4	2.00	4.12/4
Huecos (Carpintería)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT
Transparencia Huecos	2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08	
Permeabilidad Carpinterías	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah		1.41 teah	
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00	2.240 34.00	22.40 34.00
Demanda conjunta	Calef. Refrig.	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51	43.51
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)		14.25	101.98	7.710	98.61	74.06	101.98	7.710	98.61	74.06	101.98	7.710	98.61	74.06	101.98	7.710
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33	16.33
% Respecto Ed. Referencia		70.03%	62.51%	47.26%	60.45%	45.40%	70.02%	63.08%	47.69%	60.90%	45.73%	73.65%	64.65%	49.02%	46.87%	
Clase demanda CEE	Calef. Refrig.	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C
CTE-HEI -25%	EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO	99.43%	99.43%	99.43%	99.43%	99.31%	94.08%	94.08%	94.08%	94.08%	92.80%	92.80%	92.80%	92.80%	92.80%	88.80%
Calificación Energética		C C C	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B	C B B
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	

Caso Base (Mínimo CTE) Envolverte de mínimos de CTE. Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE) Envolverte de mínimos de CTE. Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3.00 y 3.50 respectivamente. ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3.0 y 3.5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos se han combinado con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Muro cortina intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base": Caso BIOMASA.

Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se han supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador. Ningún escenario simulado lo consigue.
- El que sí se garantiza es la clase B (Mínimos CTE), en casi la totalidad de los Casos, y sin estar obligados a mejorar el VEEI. Solamente en los Casos de sistemas de referencia Mínimos no se consigue la clase B.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

No existen variaciones en los resultados conseguidos:

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador, a excepción de aquellos casos con sistemas de referencia que no consiguen la clase B.
- Aquí se evidencia que el hecho de utilizar biomasa no garantiza la clase A.





Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de biomasa sustituye la aportación fotovoltaica.**

### Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que **el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A** en este indicador. **Ningún escenario simulado lo consigue.**
- **Sí se garantiza la clase B** (Mínimo a CTE) **en casi la totalidad de los casos**, sin estar obligados a mejorar el VEEI. Solamente en el caso de envolvente mínimo de CTE con sistemas mínimos de referencia no consigue la clase B.

- **Respecto al indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

No existen variaciones en los resultados conseguidos:

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios por encima de ERR ≥ 3,5 y con VEEI óptimo, solamente hay un caso que cumple este escenario y que se queda muy cerca de conseguir la clase A (envolvente mínimo CTE, sistema EER ≥ 3,5 o VEEI óptimo).







## Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> – Conexión Red Districlima Tipología Oficinas: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Terciario aislado - OFICINA Muro cortina - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"									
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Op. 1		Apéndice E Sist. Op. 2		Apéndice E Sist. Op. 1		Apéndice E Sist. Op. 2			
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5
Fojeados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,60	BE 4/12/4	1,10	BE 4/15/4	1,10	BE 4/15/4	1,10	BE 4/15/4
Huecos (Campanileó)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transparencia Huecos	1,67		1,67		1,67		1,67		1,67		1,67		1,67		1,67		1,14		1,14		1,14	
Permeabilidad Carpinterías	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h		1,41 teat/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. 2170	Refrig. 3820	Calef. 2440	Refrig. 3460	Calef. 2170	Refrig. 3820	Calef. 2440	Refrig. 3460	Calef. 2170	Refrig. 3820	Calef. 2440	Refrig. 3460	Calef. 2170	Refrig. 3820	Calef. 2440	Refrig. 3460	Calef. 990	Refrig. 4230	Calef. 990	Refrig. 4230	Calef. 990	Refrig. 4230
Demanda conjunta	4333		4155		4313		4155		4297		4155		4297		4077		42,97		42,44		42,44	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	14570		11729		9377		8604		9207		11630		1045		8656		134,50		112,27		8765	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92		175,92	
% Respecto Ed. Referencia	82,82%		66,67%		53,30%		63,36%		52,34%		66,00%		62,78%		49,20%		76,46%		63,82%		49,82%	
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C
CTE-HE1-25%	96,04%		92,52%		96,04%		92,52%		95,68%		95,68%		90,78%		90,78%		94,50%		94,50%		86,35%	
Calificación energética ORIG.	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO
Calificación energética MODIF.	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B	B	B
	145,70	2370	11729	1760	9377	1430	1147	1670	8804	1340	142,60	2300	116,10	1740	1400	104,45	16,50	134,50	2130	112,27	1770	8765
	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	A

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema Referencial de CTE (Producción eléctrica ACS con Caldera Gas natural y Producción de Frio Gas natural).  
 Sist. Op. 2: Sistema conectado a una red Districlima (Se han tenido en cuenta los Parámetros de referencia de la red Districlima, S.A. 2015).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Oficina Muro cortina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base": RED DISTRICLIMA.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h		1,48 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	25,00	15,00	18,80	16,10	5,30	24,40
Demanda conjunta	29,46		25,09		22,62	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	29,62		29,62		29,62	
Edif. Referencia	39,49		39,49		39,49	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	C	C	A	C
CTE-HE1 -25%	99,46%		84,71%		76,37%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad media 12 h.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	D 4/12/4	2,00	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,08		2,08		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	30,70	18,90	24,30	20,00	12,20	21,60
Demanda conjunta	28,67		26,29		25,31	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	28,68		28,68		28,68	
Edif Referencia	38,24		38,24		38,24	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	C	C	C	A	C
CTE-HE1 -25%	99,97%		91,67%		88,25%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad **alta** 12 h.

## Resultados demanda energética HE1

### Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	2,80	D 4/12/4	1,40	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,70		2,70		1,47	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m³/hm²		C2 = 9 m³/hm²		C2 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	1,48 ren/h		1,48 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	15,80	29,60	11,50	32,50	5,00	35,00
Demanda conjunta	34,25		33,20		31,14	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	35,27		35,27		35,27	
Edif Referencia	47,03		47,03		47,03	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
CTE-HE1 -25%	97,11%		94,13%		88,29%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad media 12 h.



## Resultados demanda energética HE1 Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Forjados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	D 4/12/4	2,00	D 4/12/4	1,10	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,00	Madera/ PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,08		2,08		1,20	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 927m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	2,46 ren/h		2,46 ren/h		2,46 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	20,20	30,00	15,40	32,40	10,30	30,90
Demanda conjunta	35,04		36,16		35,20	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	36,81		36,81		36,81	
Edif Referencia	49,09		49,09		49,09	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	C	C	B	A	C
CTE-HE1 -25%	95,19%		98,23%		95,63%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltente de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltente con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad alta 12 h.

A partir de los resultados que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- En este caso también, el cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas. Con muro cortina predomina la demanda de frío y en el edificio convencional predomina la de calor.
- La optimización del envoltente reduce significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso "Base".
- Aunque en menor cantidad, optimizando el envoltente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas se iguala en todos los casos predominando la demanda de refrigeración. La repercusión es menor que en el caso del bloque aislado por la menor cantidad de "Piel" que tiene el edificio. (Es importante considerar que la herramienta HULC calcula la demanda a 0,8 ren/h con independencia del que realmente se prevea en el edificio).
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, en ser ésta una tipología (terciarios) en que la producción de calor interna es alta, y las posibilidades de disipación por el envoltente van a favor.
- En términos de energía (kWh/m² · a), la demanda conjunta de calefacción y refrigeración de un edificio de tipología convencional se sitúa alrededor del 30% menor que la de un edificio de la tipología "Muro cortina" según sea la intensidad de uso mediana o alta.

# Resultados HEO EP<sub>pr</sub> Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario Medianeras - OFICINA - Intensidad media 12 h												"Apéndice E"					
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Apéndice E Sist. Op. 1	Apéndice E Sist. Op. 2	Apéndice E Sist. Op. 3	Apéndice E Sist. Op. 1 + 2 + 3		
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K		
Muro Exterior	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,27	0,27	0,27	0,27		
Cubierta	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,22	0,22	0,22	0,22		
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0		
Huecos (Cristales)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	1,60	1,60	1,60	1,60		
Huecos (Carpintería)	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20		
Transmisiones Huecos	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67	1,67		
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		
Ventilación del Edificio	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h		
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos		
VEEI	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	5,30	24,40	22,62	22,62		
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	25,00	10,50	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	29,28	22,62	19,64	19,64	19,64		
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62	29,62		
Total EP <sub>pr</sub> HED (kWh/m <sup>2</sup> año)	126,36	103,82	114,47	88,04	100,83	77,02	97,38	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86		
Edif. Referencia HEO EP <sub>pr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86		
% Respecto Ed. Referencia	93,07%	76,42%	83,77%	64,77%	74,22%	56,63%	88,37%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%	99,48%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B		
CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO		
EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>	EP <sub>pr</sub>		
99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%	99,46%		
Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.	Refrig.	Calif.		
C	C	C	C	C	C</													

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  y un óptimo o sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento ( $SPF 3,5$ ), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas del Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica** (Mínimo según OMA) con calidad de la envolvente a nivel de Apéndice E, eliminando los PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - En envolvente de Apéndice E, eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI óptimo.
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador, y se puede conseguir con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).

# Resultados HE0 EP<sub>pr</sub> Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	"Apéndice E"										
	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 3	Apéndice E Sist. Referencia	Apéndice E Sist. Op. 1	Apéndice E Sist. Op. 2	Apéndice E Sist. Op. 3	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH	Apéndice E Sist. Op. 3 VEEH				
	Win/K	Valores	Win/K	Valores	Win/K	Valores	Win/K	Valores	Win/K	Win/K	Valores	Win/K	Valores	Win/K	Valores	Win/K				
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT	2,20	Madera/PVC/REPT
Transparencia Huecos	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C2 = 27 m³/hm²	2,46 en/h	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²
Ventilación del Edificio	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h	2,46 en/h
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos
VEEI	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%
Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.
Demanda Parcial (kWh/m² año)	30,70	18,90	34,80	14,80	32,20	22,30	34,80	14,80	27,27	26,29	20,00	24,30	15,60	28,00	19,90	28,00	19,90	28,00	19,90	28,00
Demanda conjunta	28,67	28,67	27,27	27,27	26,29	26,29	26,29	26,29	24,84	24,84	20,00	24,30	20,00	24,30	20,00	24,30	20,00	24,30	20,00	24,30
Total EP <sub>pr</sub> HE0 (kWh/m² año)	13,909	10,86	8,72	8,91	10,40	8,60	10,40	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
Edif. Referencia HE0 EP <sub>pr</sub> (kWh/m² año)	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02
% Respecto Ed. Referencia	92,10%	73,41%	58,15%	59,18%	71,22%	56,02%	71,22%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%	56,02%
Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.
Clase demanda CEE	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C
CTE-HEI -25%	99,97%	99,97%	95,08%	95,08%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	86,61%	86,61%	91,74%	91,74%	91,74%	57,88%	57,88%	88,25%	88,25%	88,25%	88,25%	74,09%
Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.
Calificación Energética	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO	EP <sub>pr</sub>	CO
	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C	C C C C C
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltante de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltante de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3,00 y 3,50 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento ( $SPF 3,5$ ), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consiguen la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador, edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA) con calidad de la envolvente a nivel de Apéndice E, eliminando los PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con la envolvente de Apéndice E, eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI óptimo.
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador, y se puede conseguir con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos de  $EP_{nr}$  (Clase B).



A partir de los resultados de demandas que se presenten en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido por este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento ( $SPF 3,5$ ), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEI de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA) con calidad de la envolvente a nivel de Apéndice E, eliminando los PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,5$  y VEEI óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con la envolvente de Apéndice E, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,5$  y VEEI óptimo.
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador, y se puede conseguir con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos de  $EP_{nr}$  (Clase B).





A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador EP<sub>nr</sub>

- Con el mínimo de CTE cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$  y un óptimo sistema de iluminación. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de elevado rendimiento (SPF 3,5), si la envolvente es de mínimos de CTE, solo se alcanza una clasificación energética B si se reduce el VEEL de iluminación. **Este es un escenario viable y de baja repercusión económica según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEL, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Solamente podemos conseguir la clase A en este indicador en edificios con aportación de fotovoltaica** (mínimo según OMA) con calidad de la envolvente a nivel de Apéndice E, eliminando los PT, sistemas óptimos SPF  $\geq 3,0$  y VEEL óptimo.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Con la envolvente de Apéndice E, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF  $\geq 3,0$  y VEEL óptimo.
  - **Siempre es necesario optimizar el VEEL para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

- **La aportación de fotovoltaica es fundamental para conseguir la clase A** en este indicador, y se puede conseguir con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEL óptimo y sistemas de SPF  $\geq 3,0$ .
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador EP<sub>nr</sub> consiguen la clase A en este indicador.
- Utilización como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de CO<sub>2</sub>, garantiza el cumplimiento de mínimos de EP<sub>nr</sub> (Clase B).

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Biomasa Tercario Medianeras - OFICINA - Intensidad media 12 h												"Apéndice E"														
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec Refg. SPF 3.5		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec Refg. SPF 3.5												
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	
Fojidos/Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	
Huecos (Cristales)	2.80	4/12/4	D	4/12/4	2.80	4/12/4	D	4/12/4	2.80	4/12/4	D	4/12/4	2.80	4/12/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	
Huecos (Campanileo)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	
Transparencia-Huecos	2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		1.67		1.67		1.67		1.67		1.67		1.67		
Permeneabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.48	ench
Ventilación del Edificio	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	1.48	ench	
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		
VEEI	Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	15.00	25.00	10.50	25.00	15.00	25.00	10.50	25.00	15.00	25.00	10.50	25.00	15.00	25.00	10.50	25.00	15.00	25.00	10.50	25.00	15.00	25.00	10.50	25.00		
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	29.46	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46	29.28	29.46		
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86	135.86			
% Respecto Ed. Referencia	Calef. Refrig.	70.92%	66.22%	47.50%	65.12%	46.71%	71.26%	66.25%	47.26%	66.08%	46.43%	76.23%	69.28%	50.10%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%	66.31%		
Clase demanda CEE	Calef. Refrig.	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B		
CTE-HEI -25%	EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO	99.46%	99.46%	98.85%	99.46%	98.85%	84.7%	98.85%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%	81.09%	84.7%			
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO, EP <sub>nr</sub> CO	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B		
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec Refg. SPF 3.0																										

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Tercario entre medianeras-Oficina intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base" Caso BIOMASA.

Con tal de valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

#### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador, ya que ningún escenario simulado lo consigue.
- Algunos escenarios llegan a obtener la clase B (mínimo CTE), con sistemas de rendimiento EER ≥ 3,0 en la producción de frío, y siempre mejorando el VEEI.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador, a excepción de aquellos casos con sistema de referencia.
- En este caso el hecho de emplear biomasa no permite conseguir la clase A en ningún caso.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Biomasa Tercario Entre medianeras - OFICINA - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"																			
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0											
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	15.0	0.27	15.0	0.27	15.0	0.27	15.0	0.27	15.0		
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5		
Fojados / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0		
Huecos (Cristales)	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	2.00	4/12/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4	1.60	4/15/4		
Huecos (Campanello)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT		
Transparencia Huecos	2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		2.08		1.67		1.67		1.67		1.67		1.67			
Permeabilidad Carpinterías	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	2.46	en/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2.46	en/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2.46	en/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2.46	en/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		
Ventilación del Edificio	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos	2.46	en/h	Eliminados todos	2.46	en/h	Eliminados todos	2.46	en/h	Eliminados todos		
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%		
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Eliminados todos	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	18.90	Refrig.	14.80	22.20	34.80	14.80	22.20	34.80	14.80	22.20	34.80	14.80	22.20	34.80	14.80	22.20	34.80	14.80	22.20	25.31	12.20	21.60	25.31	12.20	21.60	25.31	12.20	21.60	25.31	12.20	21.60
Demanda conjunta	Calef.	28.67	Refrig.	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	28.67	27.27	24.84	28.00	15.60	24.84	28.00	15.60	24.84	28.00	15.60	24.84	28.00	15.60
Total EP <sub>nr</sub> -HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	102.54	Refrig.	93.88	68.72	67.04	93.88	68.72	67.04	93.88	68.72	67.04	93.88	68.72	67.04	93.88	68.72	67.04	93.88	68.72	69.21	15.02	69.21	15.02	15.02	15.02	68.66	15.02	68.66	15.02	68.66	15.02
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	15.02	Refrig.	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.50%	62.16%	45.83%	15.02	45.83%	15.02	15.02	15.02	46.46%	15.02	46.46%	15.02	46.46%	15.02
% Respecto Ed. Referencia	Calef.	67.90%	Refrig.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	68.42%	103.32	68.42%	103.32	103.32	103.32	44.17%	103.32	44.17%	103.32	44.17%	
Clase demanda CEE	Calef.	C	Refrig.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE-HEI >25%	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	EP <sub>nr</sub>	CO.	86.61%	CO.	86.61%	CO.	CO.	CO.	74.09%	CO.	74.09%	CO.	CO.	
Calificación Energética	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	CO.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEI+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Tercario entre medianeras-Oficina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.

Para valorar la incidencia de las fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de biomasa substituye la aportación fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador, ya que ningún escenario simulado lo consigue.
- Algunos escenarios llegan a obtener la clase B (mínimo CTE), solamente con sistemas de rendimiento de referencia, no se consigue el mínimo normativo (Clase B).

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador.
- En este caso el hecho de emplear la biomasa sólo permite conseguir la clase A en el caso de la envolvente de Apéndice E, y mejorando los PT con VEEI óptimo y sistemas de refrigeración de SPF ≥ 3,5.

## Resultados HE0 EP<sub>tr</sub> - BIOMASA Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEI+		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0										
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores								
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0			
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5			
Fojidos / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40		
Huecos (Cristales)	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
Huecos (Carpintería)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20
Transparencia-Huecos	2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>		1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	
Ventilación del Edificio	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	1.48	en/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%		
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	29.60	34.25	18.40	23.90	15.80	29.60	18.40	23.90	15.80	29.60	18.40	23.90	15.80	29.60	18.40	13.90	26.30	11.50	32.50	13.90	26.30	11.50	32.50	
Total EP <sub>tr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	109.70	98.56	72.21	68.88	31.98	34.25	31.98	34.25	31.98	34.25	31.98	34.25	31.98	34.25	31.98	30.26	33.22	30.26	33.22	30.26	33.22	30.26	33.22	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>tr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	
% Respecto Ed. Referencia	Calef. Refrig.	76.18%	68.44%	50.14%	48.53%	22.14%	23.90%	22.14%	23.90%	22.14%	23.90%	22.14%	23.90%	22.14%	23.90%	22.14%	21.0%	23.90%	21.0%	23.90%	21.0%	23.90%	21.0%	23.90%	
Clase demanda CEE	Calef. Refrig.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	
CTE-HEI -25%	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	97.11%	97.11%	90.67%	90.67%	92.11%	92.11%	90.67%	90.67%	92.11%	92.11%	90.67%	90.67%	92.11%	92.11%	90.67%	85.80%	85.80%	85.80%	85.80%	85.80%	85.80%	85.80%	85.80%	
Calificación Energética	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	C	C	B	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Sist. Op. 1 Ref CTE																EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO	EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO, EP <sub>tr</sub> CO		

**Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Muro cortina intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.**

Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como a combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador, ya que ningún escenario simulado lo consigue.
- Algunos escenarios llegan a obtener la clase B (Mínimo CTE), con sistemas de rendimiento EER ≥ 3,0 en la producción de frío, y siempre mejorando el VEEL.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- No todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador, ya que el caso con los sistemas de referencia no consigue el mínimo de CTE con este indicador.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Biomasa Terciario Entre medianeras - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"																				
	Sist. Op. 1 Ref CTE			Anterior + VEEI+			Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0			Anterior + VEEI+			Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0			Sist. Op. 1 Ref CTE			Anterior + VEEI+			Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0											
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI+	W/m <sup>2</sup> K	Valores			
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27	13.0	0.27				
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22	16.5	0.22				
Fojados / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4				
Huecos (Cristales)	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4	1.10	4.15/4			
Huecos (Campanileo)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT	2.00	Madera/ PVC/RPT			
Transparencia Huecos	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20			
Permeabilidad Carpinterías	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h	2.46	ent/h			
Puentes Térmicos	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos		Eliminados todos				
VEEI	Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE				
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef.	20.20	Refig.	30.00	Calef.	23.10	Refig.	24.90	Calef.	20.20	Refig.	30.00	Calef.	20.20	Refig.	30.00	Calef.	18.00	Refig.	26.90	Calef.	15.40	Refig.	32.40	Calef.	10.30	Refig.	30.90	Calef.	12.70	Refig.	25.50	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)		112.33		100.06		100.06		100.06		100.06		100.06		100.06		100.06		31.92		31.92		36.16		36.16		35.20		35.20		29.94		29.94	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		158.22		158.22		158.22		158.22		158.22		158.22		158.22		158.22		18.00		18.00		15.40		15.40		10.30		10.30		70.81		70.81	
% Respecto Ed. Referencia		71.00%		63.24%		63.24%		63.24%		63.24%		63.24%		63.24%		63.24%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%	
Clase demanda CEE	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	Calef.	C	Refig.	C	
CTE-HEI -25%	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	CO	EP <sub>nr</sub>	CO
Calificación Energética		C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras: Oficina Muro cortina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.



Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa como combustible no garantiza conseguir la clase A en este indicador, ya que ningún escenario simulado lo consigue.
- Casi todos los escenarios llegan a obtener la clase B (mínimo CTE) con sistemas de rendimiento EER ≥ 3,0 en la producción de frío, hasta sin un VEEL óptimo. Solo aquellos casos con sistemas de referencia no lo consiguen.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- No todos los escenarios con biomasa garantizan la clase B para este indicador, ya que el caso con los sistemas de referencia no consiguen el mínimo de CTE con este indicador.
- En este caso el hecho de emplear la biomasa no permite conseguir la clase A. Solo lo consigue un caso SPF ≥ 3,5 en la producción de frío y un VEEL óptimo.

## Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> – Conexión Red Districlima Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario Entre medianeras - OFICINA - Intensidad media 12 h												"Apéndice E"				
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH		Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH		
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	
Foajados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	
Huecos (Cisternas)	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	1,60	BE	1,60	BE	
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	2,20	Madera/ PVC/RIPT	
Transmisiones Huecos	2,70		2,70		2,70		2,70		2,70		2,70		1,67		1,67		
Permeabilidad Carpinterías	1,48	renh	1,48	renh	1,48	renh	1,48	renh	1,48	renh	1,48	renh	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1,48	renh	
Ventilación del Edificio	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
Puentes Térmicos	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	
Demanda Puentes (kWh/m <sup>2</sup> año)	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	25,00	15,00	5,30	24,40	5,30	24,40	
Demanda conjunta	29,46	29,46	29,28	29,46	29,28	29,46	29,28	29,46	29,28	29,46	29,28	29,46	22,62	22,62	19,64	19,64	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	126,35	103,82	80,81	99,94	76,94	100,83	77,02	97,38	73,69	73,69	73,69	73,69	110,28	97,26	72,46	69,77	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	135,86	
% Respecto Ed. Referencia	93,01%	76,42%	59,48%	73,56%	56,63%	88,37%	56,69%	71,66%	54,24%	54,24%	54,24%	54,24%	81,17%	71,59%	53,33%	51,35%	
Clase demanda CEE	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	A	C	A	C
CTE-HEI -25%	99,46%	99,46%	98,85%	99,46%	98,85%	99,46%	98,85%	99,46%	98,85%	99,46%	98,85%	99,46%	76,37%	76,37%	66,31%	66,31%	
Calificación energética ORIG.	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	
Calificación energética MODIF.	C	C	B	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C	C	B	B	
	126,36	20,70	103,82	15,40	80,81	12,70	99,93	14,70	76,94	11,50	100,83	15,50	77,02	11,40	97,38	14,20	
	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	
	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	

Caso Base: Mínimo CTE, Envoltura de edificios de CTE sin Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE-HE0.  
 Caso Base Mínimo CTE: Envoltura de edificios de CTE con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE-HE0.  
 Apéndice E: Envoltura de edificios con valores orientativos del Apéndice E del CTE-HEI, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE-HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calificación ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frio con equipo eléctrico de rendimiento 2,00%).  
 Sist. Op. 2: Sistema conectado a una red Districlima (se han tenido en cuenta los "parámetros de referencia de la red Districlima, S.A. 2015").  
 Adicionalmente se plantearán dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base". Red DISTRICLIMA

## Resultados HEO EP<sub>nr</sub> – Conexión Red Districlima Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario Entre medianeras - OFICINA - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"											
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Op. 1		Apéndice E Sist. Op. 2		Apéndice E Sist. Referencia		Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH		Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH			
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transparencia Huecos	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
Permeabilidad Carpinterías	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h	2,46	ren/h
Ventilación del Edificio	No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		No resueltos		Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
Puentes Térmicos	Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mejorado 30%		Mínimo CTE	
VEEI	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	30,70	18,90	30,70	18,90	34,80	14,80	34,80	14,80	27,27	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230	2,230
Demanda conjunta	26,67	28,67	27,27	28,67	27,27	28,67	27,27	28,67	24,84	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29	26,29
Total EP <sub>nr</sub> -HEO (kWh/m <sup>2</sup> año)	139,09	110,86	87,82	105,99	82,91	131,99	82,91	131,99	84,60	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02
% Respecto Ed. Referencia	92,10%	73,41%	58,15%	70,6%	54,90%	87,40%	54,90%	87,40%	56,02%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE-HEI -25%	99,97%	99,97%	95,08%	99,97%	95,08%	91,67%	95,08%	91,67%	86,61%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%	91,67%
Calificación energética ORIG.	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO
Calificación energética MODIF.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
139,09	2310	110,86	16,50	87,82	13,30	105,99	15,70	82,91	12,50	131,99	21,60	102,99	15,20	80,11	12,00	117,95	18,50	100,55	14,70	77,00	11,50	73,71	10,90	
B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE-HEO. Puente Térmico: Puente Térmico no resuelto. Puente Térmico resuelto: Puente Térmico resuelto. Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE-HEI con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE-HEO. Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con estufa de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 2,00%). Sist. Op. 2: Sistema conectado a una red Districlima (se han tenido en cuenta los "Párrafos de referencia de la red Districlima, S.A. 2015"). Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistema de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base". Red DISTRICLIMA.

## Resultados HE0 EP<sub>pr</sub> – Conexión Red Districlíma Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Terciario Entre medianeras - OFICINA Muro cortina - Intensidad media 12 h												"Apéndice E"											
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sist. Op. 1		Apéndice E Sist. Op. 2		Apéndice E Sist. Op. 1		Apéndice E Sist. Op. 2					
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores		
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0		
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5		
Fogajes / Locales Comerciales	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0		
Huecos (Cristales)	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	2,80	D	1,40	BE	1,40	BE	1,40	BE	1,40	BE	1,40	BE
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmiancia Huecos	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	1,48 en/h	
Puertas Térmicas	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	Mejorado 30%	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	15,80 29,60	Calef. Refrig.	5,00 31,4	Calef. Refrig.	5,00 31,4	Calef. Refrig.	5,00 31,4	Calef. Refrig.	5,00 31,4	Calef. Refrig.	
Demanda conjunta		34,25		34,25		34,25		34,25		34,25		34,25		34,25		314		314		314		314		
Total EP <sub>pr</sub> -HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)		128,50		107,33		82,40		102,95		78,28		125,90		106,45		80,91		102,33		77,21		103,80		
Efic. Referencia HE0 EP <sub>pr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		144,00		
% Respecto Ed. Referencia		89,24%		74,53%		57,22%		71,49%		54,36%		73,92%		75,92%		56,19%		71,06%		53,62%		72,08%		
Clase demanda CEE		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		
CTE-HE1 -25%		9711%		9711%		9067%		9711%		9067%		9413%		9419%		85,80%		9419%		85,80%		88,29%		79,73%
Cálculo energética ORIG.		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		EP <sub>pr</sub> CO		
		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		
		138,50		107,33		82,40		102,95		78,28		125,90		106,45		80,91		102,33		77,21		103,80		
		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		
Cálculo energética MODIF.		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		
		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		75,25		
		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puertas Térmicas resueltos y Sistema de Referencia CTE-HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puertas Térmicas resueltos y Sistema de Referencia CTE-HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE-HE1, con Puertas Térmicas resueltos y Sistema de Referencia CTE-HE0.  
 Nota: Los datos de referencia de la red Districlíma se han tomado en cuenta los Países de referencia de la red Districlíma, S.A. 2015.  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Muro cortina intensidad media 12 h, a partir del escenario "Base": Red DISTRICLIMA.

## Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> – Conexión Red Districlima Tipología Oficinas: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Terciario Entre medianeras - OFICINA Muro cortina - Intensidad alta 12 h												"Apéndice E"					
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Apéndice E Sit. Op. 1		Apéndice E Sit. Op. 1 VEEH <sup>1</sup>		Apéndice E Sit. Op. 2 VEEH <sup>2</sup>	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5
Fogajes / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,10	BE 4/15/4	1,10	BE 4/15/4	1,10	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,00	Madera/ PVC/RPT	2,00	Madera/ PVC/RPT	2,00	Madera/ PVC/RPT
Transmisión Huecos	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2,46 reth
Ventilación del Edificio	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	No resultados	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos
Puentes Térmicos	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%
VEEI	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	20,20	30,00	23,30	24,90	20,20	30,00	34,80	14,80	15,40	32,40	18,00	26,90	15,40	32,40	18,00	26,90	10,30	30,90
Demanda conjunta	35,04	35,04	31,76	36,16	36,16	36,16	31,92	31,92	36,16	36,16	31,92	31,92	36,16	36,16	31,92	31,92	35,20	29,94
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	136,51	111,11	86,90	106,26	82,08	102,74	84,87	104,96	104,96	104,96	80,35	80,35	104,96	104,96	80,35	80,35	105,31	76,65
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22	158,22
% Respecto Edif. Referencia	86,28%	70,23%	54,92%	67,16%	51,88%	69,36%	53,64%	66,34%	66,34%	50,79%	50,79%	50,79%	66,96%	66,96%	50,85%	50,85%	66,96%	48,45%
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Clase demanda CEE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CTE-HE1 -25%	95,19%	95,19%	86,28%	95,19%	86,28%	98,23%	86,72%	98,23%	98,23%	86,72%	86,72%	86,72%	95,63%	95,63%	81,34%	81,34%	95,63%	81,34%
Calificación energética ORG.	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO <sub>2</sub>
Calificación energética MODIF.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Calificación energética MODIF.	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Caso Base Mínimo CTE: Envoltante de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base Mejorado CTE: Envoltante de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base Referencia CTE: Envoltante de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sit. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sit. Op. 2 y 3: Sistema conectado a una red Districlima (se han tenido en cuenta los "Parámetros de referencia de la red Districlima, S.A. 2015").  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistema de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina Muro cortina intensidad alta 12 h, a partir del escenario "Base". Red DISTRICLIMA

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,80	D 4/12/4	2,80	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/ RPT	2,20	Madera/PVC/ RPT	2,20	Madera/PVC/ RPT
Transmitancia Huecos	2,70		2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h		1,48 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	25,50	9,60	19,70	10,80	8,10	15,40
Demanda conjunta	34,40		29,10		20,36	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	34,73		34,73		34,73	
Edif. Referencia	46,31		46,31		46,31	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
CTE-HE1 -25%	99,05%		83,79%		58,62%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad **baja** 8 h.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	D 4/12/4	2,00	D 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/ RPT	2,20	Madera/PVC/ RPT	2,20	Madera/PVC/ RPT
Transmitancia Huecos	2,70		2,70		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m³/hm²		C2 = 9 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h		1,48 ren/h		1,48 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	26,00	15,40	21,60	16,90	7,00	34,90
Demanda conjunta	38,27		34,59		31,42	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	38,30		38,30		38,30	
Edif. Referencia	51,07		51,07		51,07	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
CTE-HE1 -25%	99,92%		90,31%		82,04%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad **baja** 8 h.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,00		2,00		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h		0,9 ren/h		0,9 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	22,60	7,60	16,70	8,20	5,50	13,50
Demanda conjunta	30,39		24,74		16,21	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	30,59		30,59		30,59	
Edif. Referencia	40,79		40,79		40,79	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	B	B	A	C
CTE-HE1 -25%	99,35%		80,88%		52,99%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad **baja** 8 h.

## Resultados demanda energética HE1 Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.		Apéndice E Sist. Referencia	
	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores	W/m²K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5
Fojados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT	2,20	Madera/PVC/RPT
Transmitancia Huecos	2,00		2,00		1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²		C2 = 27 m³/hm²		C3 = 9 m³/hm²	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h		0,9 ren/h		0,9 ren/h	
Puentes Térmicos	No resueltos		Eliminados todos		Eliminados todos	
VEEI	Mínimo CTE		Mínimo CTE		Mínimo CTE	
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	15,60	20,60	11,70	23,50	5,80	25,10
Demanda conjunta	30,82		28,34		23,12	
Límites CTE Conjunto (kWh/m² año)	33,46		33,46		33,46	
Edif. Referencia	44,61		44,61		44,61	
Clase demanda CEE	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
	C	B	B	C	A	C
CTE-HE1 -25%	92,11%		84,70%		69,10%	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.  
Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistemas de Referencia CTE HE0.

Resultados de demanda obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Oficina intensidad **baja** 8 h.

A partir de los resultados que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones comunes preliminares:

- En este caso también, el cambio de tipología supone un cambio en la tendencia de las demandas, con muro cortina predomina la demanda de frío y al edificio convencional predomina la de calor.
- Se mantiene la tendencia observada al edificio de oficinas, la optimización de la envolvente reduciendo significativamente la demanda de calor pero aumenta proporcionalmente la de frío. Se invierte la tendencia de resultados respecto al caso "Base".
- La diferencia de demandas entre las tipologías es muy significativa en el caso de la demanda de refrigeración (37%) respecto a la de calefacción (2%). Al optimizar la envolvente los valores de demanda cambian: la demanda de calor se reduce (68%) y la de refrigeración aumenta más del doble (226%). (Es importante considerar que la herramienta HULC calcula la demanda a 0,8 ren/h con independencia del que realmente se prevea en el edificio.)
- Con diferente intensidad en cuanto a porcentaje, optimizando la envolvente a niveles de apéndice E, la tendencia de demandas y la relación entre ellas varía entre las diferentes opciones. En el caso del bloque aislado por ejemplo, para la tipología convencional, la variación de demanda entre edificio de mínimos CTE y el optimizado, es del 40% mientras que se sitúa al 18% en la tipología muro cortina.
- El control o eliminación de puentes térmicos no supone una mejora significativa, tal como se ha observado en otras tipologías estudiadas.



# Resultados HEO EP<sup>nr</sup> Tipología Hotel: Bloque Aislado\_ Tipología Convencional

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH		Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Sist. Op. 1 Ref CTE		Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH		Sist. Op. 2 SPF 3.0		Sist. Op. 3 SPF 3.5			
	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE)			
	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores		
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0		
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5		
Fogones / Locales Comerciales	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0		
Huecos (Cristales)	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	2.80	D 4/12/4	1.60	BE 4/15/4	1.60	BE 4/15/4		
Huecos (Campaniles)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT		
Transparencia Huecos	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	1.67	1.67	1.67	1.67		
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C2 = 27 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²	C3 = 9 m³/hm²		
Ventilación del Edificio	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	0.9 ren/h	1.48 ren/h	1.48 ren/h	1.48 ren/h	1.48 ren/h		
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos		
VEEI	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		
Demanda Parcial (kWh/m² año)	Calif. Refrig.	25.50	9.60	27.30	8.00	27.30	8.00	19.70	10.80	19.70	10.80	21.40	9.00	19.70	10.80	8.10	15.40	9.30	12.80	
	Calif. Refrig.	34.40	33.64	34.40	33.64	34.40	33.64	29.10	29.33	29.10	29.33	29.33	29.33	29.33	29.33	20.36	20.36	19.56	19.56	
Limites CTE Conjunto (kWh/m² año)	Calif. Refrig.	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.73	34.66	34.66	
Total EP <sub>nr</sub> HED (kWh/m² año)	Calif. Refrig.	92.63	66.83	62.80	52.10	63.56	52.60	63.56	52.60	63.56	52.60	63.56	52.60	63.56	52.60	59.02	59.02	47.26	44.46	
Edif. Referencia HEO EP <sub>nr</sub> (kWh/m² año)	Calif. Refrig.	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	125.51	
% Respecto Ed. Referencia	Calif. Refrig.	73.80%	53.25%	44.78%	41.51%	68.23%	41.51%	50.64%	41.91%	47.80%	39.04%	59.87%	47.02%	37.65%	35.42%	37.65%	35.42%	37.65%	35.42%	
Clase demanda CEE	Calif. Refrig.	C	B	C	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
CTE-HEI -25%	CO, EP <sub>nr</sub>	99.05%	99.05%	96.86%	96.86%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.79%	83.96%	84.62%	84.62%	84.62%	84.62%	
Calificación Energética	CO, EP <sub>nr</sub>	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HED.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HED.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%).  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3,00 y 3,50 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar de 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Hotel Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con el mínimo de CTE cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  aunque no tenga un óptimo sistema de iluminación. Es decir, en cualquiera de los casos cumple el requerimiento mínimo CTE clase B en  $EP_{nr}$ , excepto en los casos con sistemas de referencia. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) solo se consigue la clase B con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Se puede conseguir la clase A en este indicador sin la aportación fotovoltaica**, hasta con mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF 3,5$  y VEEI óptimo. En referencia a las calidades constructivas del Apéndice E, se consigue la clase A con sistemas  $SPF 3,0$  y VEEI óptimo. Con aportación de fotovoltaica, consigue clase A en todos los casos excepto en los escenarios con sistemas de mínimos.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Sin aportación de fotovoltaica, con envolvente de mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,5$  y VEEI mínimo. Con el Apéndice E, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI mínimo.
  - Con aportación de fotovoltaica, calidad constructiva de mínimos de CTE y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
  - **Sin la aportación de fotovoltaica siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **Se consigue la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con cualquier calidad de la envolvente (por encima del mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,5$ . Con la envolvente del apéndice E, se consigue una clase A con sistemas  $SPF \geq 3,0$  y un VEEI óptimo.
- **Con aportación fotovoltaica, se consigue la Clasificación A** en todos los casos a **excepción de los escenarios con sistemas de referencia** mínimos de CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Uso como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5		
	"Apéndice E"																
<b>Caso Terciario aislado - HOTEL Muro cortina - Intensidad Baja 8 h</b>																	
Muro Exterior	Caso Base (Mínimo CTE)		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH		Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH		
	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	W/mK	Valores	
Cubierta	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	
Fogajes / Locales Comerciales	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	
Huecos (Cristales)	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	
Huecos (Carpintería)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4	
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	
Transmisiónc HUECOS	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67	1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	C2 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1,48 ren/h	1,48 ren/h	
Ventilación del Edificio	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	
Puentes Térmicos	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	
VEEI	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	26,00	15,40	27,70	13,20	21,60	16,90	23,10	14,50	21,60	16,90	23,10	14,50	34,90	7,00	34,90	3100	
Demanda conjunta	38,27	38,27	38,27	38,27	34,59	34,59	34,59	34,59	34,69	34,69	34,69	34,69	3142	3142	2922	2922	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,27	38,27	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	98,34	71,22	60,01	54,90	94,16	68,83	57,28	64,49	68,83	64,49	53,10	92,93	71,10	58,20	53,81	53,81	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	
% Respecto Ed. Referencia	72,73%	52,67%	44,38%	40,22%	69,63%	50,90%	42,43%	47,69%	50,90%	47,69%	39,27%	68,73%	52,58%	43,04%	39,79%	39,79%	
Clase demanda CEE	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	A	C	A	C
CTE-HEI-25%	99,92%	99,92%	99,71%	99,92%	90,31%	89,66%	90,57%	89,66%	90,57%	89,66%	89,66%	82,04%	82,04%	76,35%	76,35%	76,35%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	
	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH	

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Hotel Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se planean los siguientes comentarios y conclusiones:

### Conclusiones por el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido por este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  a pesar de no tener un sistema óptimo de iluminación. Es decir cualquier de los casos cumple el requisito mínimo CTE clase B en  $EP_{nr}$ , excepto los casos con sistemas de referencia. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles**
- Con sistemas de referencia CTE COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Se puede conseguir la clase A en este indicador sin la aportación de fotovoltaica**, hasta con mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF 3,5 y VEEI óptimo. En referencia a calidades constructivas del Apéndice E, se consigue la clase A con sistemas SPF 3,0 y VEEI óptimo. Con aportación de fotovoltaica, consigue clase A en todos los casos excepto los escenarios con sistemas de referencia mínimos.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Sin aportación de fotovoltaica, con envolvente de mínimos de CTE, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,5$  y VEEI mínimo. Con el Apéndice E, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI mínimo.
  - Con aportación de fotovoltaica, calidad constructiva de mínimos de CTE y sistemas de  $SPF \geq 3,0$  y VEEI Mínimo.
  - **Sin la aportación de fotovoltaica siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

### Conclusiones por el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **Se consigue la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,5$ . Con envolvente de Apéndice E, se consigue una clase A con sistemas  $SPF \geq 3,0$  y un VEEI óptimo.
- Con aportación de fotovoltaica, se consigue la Clasificación A en este indicador, en todos los casos a excepción de los escenarios con sistemas de referencia mínimos de CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Uso como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de Mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).

## Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario Medianeras - HOTEL - Intensidad Baja 8 h										"Apéndice E"					
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5 + VEEH+	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0	Sist. Op. 3 SPF 3.5	
	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE)	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2 VEEH+	Apéndice E Sist. Referencia	Apéndice E Sist. Op. 1	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH+	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH+	
	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5
Fogones / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	2,00	BE 4/12/4	1,60	BE 4/15/4	1,60	BE 4/15/4
Huecos (Carpintería)	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT	2,20	Madera/ PVC/CRPT
Transmisiones Huecos	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,67	1,67	1,67	1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h
Puentes Térmicos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos
VEEI	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE
Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	22,60	7,60	24,70	6,00	24,70	7,60	16,70	8,20	18,60	6,40	16,70	8,20	18,60	6,40	16,70	8,20
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	30,39	30,39	31,28	30,39	31,28	30,39	30,39	31,28	30,39	31,28	30,39	30,39	30,39	31,28	30,39	30,39
Total EP <sub>nr</sub> - HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	66,25	64,50	53,00	61,09	49,30	58,04	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02
Ef. Ref. HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	77,40%	56,57%	46,48%	53,52%	43,31%	43,31%	53,58%	43,24%	50,90%	40,52%	40,52%	62,94%	50,25%	38,85%	36,76%	36,76%
% Respecto Ed. Referencia	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.	Calef.	Refrig.
Clases demanda CTE	C	B	C	A	C	B	B	B	C	B	B	B	C	A	C	A
CTE-HEI -25%	99,35%	99,35%	102,26%	99,35%	102,26%	99,35%	80,88%	80,88%	80,88%	80,88%	80,88%	52,99%	52,99%	50,51%	50,51%	50,51%
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO
	C	C	B	B	B	B	B	B	A	C	C	B	B	B	B	A
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+	Sist. Op. 3 SPF 3.5	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Op. 2 SPF 3.0 + VEEH+

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema mejorado Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3,00 y 3,50 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar de 60%).  
 Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Hotel Intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base".

A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido por este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento  $SPF \geq 3,0$  a pesar de no tener un sistema óptimo de iluminación. Es decir cualquier de los casos cumple el requisito mínimo CTE clase B en  $EP_{nr}$ , excepto los casos con sistemas de referencia. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) solo se consigue la clase B con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Se puede conseguir la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con calidades constructivas del Apéndice E, con sistemas SPF 3,0 y VEEI óptimo. Con aportación de fotovoltaica, se consigue clase A en todos los casos excepto en los escenarios con sistemas de referencia mínimos.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Sin aportación de fotovoltaica, con la envolvente de Apéndice E, con eliminación de PT, sistemas óptimos  $SPF \geq 3,0$  y VEEI Mínimo.
  - Con aportación de fotovoltaica, calidad constructiva de mínimos de CTE y sistemas de  $SPF \geq 3,0$ .
  - **Sin aportación de fotovoltaica siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **Se consigue la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de  $SPF \geq 3,5$ . Con la envolvente de Apéndice E, se consigue una clase A con sistemas  $SPF \geq 3,0$  y un VEEI óptimo.
- Con aportación de fotovoltaica, se consigue la Clasificación A en este indicador, en todos los casos a excepción de los escenarios con sistemas de referencia mínimos de CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Uso como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).



A partir de los resultados de demandas que se presentan en la tabla anterior, se plantean los siguientes comentarios y conclusiones:

#### Conclusiones para el Indicador $EP_{nr}$

- Con los mínimos de CTE en cuanto a la calidad constructiva, para cumplir con el mínimo exigido para este indicador (Clase B) se requieren sistemas con rendimiento SPF  $\geq 3,0$  a pesar de no tener un sistema óptimo de iluminación. Es decir cualquier de los casos cumple el requisito Mínimo CTE clase B en  $EP_{nr}$ , excepto en los casos con sistemas de referencia. **Este es un escenario de elevada viabilidad según las opciones de mercado disponibles.**
- Con sistemas de referencia CTE (COP 0,92 y EER 2,0) no se consigue la clase B ni con eliminación de PT, ni con reducción de VEEI, tampoco con calidades constructivas de Apéndice E.
- **Se puede conseguir la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con calidades constructivas del Apéndice E, con sistemas SPF 3,5 y VEEI óptimo SPF 3,5 y VEEI óptim. Con aportación de fotovoltaica, se consigue clase A en todos los casos excepto en los escenarios con sistemas de referencia Mínimos y con sistemas SPF 3,0 sin optimizar el VEEI.
- Para conseguir la clase A se requiere:
  - Sin aportación de fotovoltaica, con la envolvente de Apéndice E, con eliminación de PT, sistemas óptimos SPF  $\geq 3,5$  y VEEI mínimo.
  - Con aportación de fotovoltaica, calidad constructiva de mínimos de CTE y sistemas de SPF  $\geq 3,0$  y VEEI óptimo.
  - **Sin la aportación de fotovoltaica siempre es necesario optimizar el VEEI para conseguir la clase A.**

#### Conclusiones para el Indicador $kgCO_2/m^2$

- **Se consigue la clase A en este indicador sin aportación de fotovoltaica** con cualquier calidad de la envolvente (por encima de mínimo de CTE), con VEEI óptimo y sistemas de SPF  $\geq 3,5$ . Con la envolvente de Apéndice E, se consigue una clase A con sistemas SPF  $\geq 3,0$  y un VEEI óptimo.
- Con aportación de fotovoltaica, se consigue la Clasificación A en este indicador, en todos los casos a excepción de los escenarios con sistemas de referencia mínimos de CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Los mismos escenarios que consiguen la clase A en el indicador  $EP_{nr}$  consiguen la clase A en este indicador.
- Uso como criterio de diseño, el objetivo de clase A en emisiones de  $CO_2$ , garantiza el cumplimiento de mínimos  $EP_{nr}$  (Clase B).





Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- El hecho de emplear biomasa como combustible permite que aquellos casos con la envolvente constructiva de Mínimos, a pesar de no resolver los PT con sistemas de referencia mínimo de CTE, obtengan una clasificación B.
- Se garantiza que todos los escenarios llegan a obtener la clase B (Mínimo CTE), incluso con los sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que empleando biomasa como combustible permite que los casos con la envolvente de mínimos de CTE con sistemas de SPF ≥ 3,0 y VEEl óptimo consigan la clasificación A.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Se garantiza en cualquier Caso la clase B para este indicador, incluso con sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios con cualquier calidad constructiva, con sistemas por encima de ERR ≥ 3,0 a excepción de los Casos con sistemas de referencia mínimos de CTE, que se queden en una clasificación B.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> - BIOMASA

## Tipología Hotel: Bloque Aislado\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Terciario aislado - HOTEL Muro cortina - Intensidad Baja 8 h										"Apéndice E"															
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEI <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0		Anterior + VEEI <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEI <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEI <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0					
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEI <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEI <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores		
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0		
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5		
Fogajes / Locales Comerciales	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60		
Huecos (Cristales)	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	4,02/4	2,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60		
Huecos (Campanile)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	
Transparencia Huecos	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67		
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1,48 ren/h	1,48 ren/h	1,48 ren/h	1,48 ren/h	1,48 ren/h	1,48 ren/h		
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos		
Puentes Térmicos	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE		
VEEI	Calef. Refrig.	26,00	15,40	27,70	13,20	26,00	15,40	27,70	13,20	26,00	15,40	27,70	13,20	26,00	15,40	27,70	13,20	Calef. Refrig.	7,00	34,90	7,00	34,90	7,00	34,90	7,00	34,90
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	31,42	31,42	31,42	31,42	31,42	31,42	31,42		
Limites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30		
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	6735	5643	4417	4417	5643	4417	4417	5643	4417	4417	5643	4417	4417	5643	4417	4417	4417	84,50	84,50	84,50	84,50	84,50	84,50	84,50		
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22	135,22		
% Respecto Ed. Referencia	49,80%	41,73%	32,66%	32,66%	41,73%	32,66%	32,66%	41,73%	32,66%	32,66%	41,73%	32,66%	32,66%	41,73%	32,66%	32,66%	32,66%	62,49%	62,49%	62,49%	62,49%	62,49%	62,49%	62,49%		
Clase demanda CEE	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	C	A	A	A	A	A	A	A	
CTE-HEI -25%	99,92%	99,92%	99,71%	99,71%	99,92%	99,71%	99,71%	99,92%	99,71%	99,71%	99,92%	99,71%	99,71%	99,92%	99,71%	99,71%	99,71%	82,04%	82,04%	82,04%	82,04%	82,04%	82,04%	82,04%		
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>		
	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Op. 2 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0,85 Elec Refg. SPF 3,0	Anterior + VEEI <sup>+</sup>	Sist. Op. 2 Ref CTE		

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario Aislado-Hotel Muro cortina intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.

Para valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- **Respecto al indicador EP<sub>nr</sub>**

- El hecho de emplear biomasa como combustible, permite que aquellos casos con la envolvente constructiva de mínimos, a pesar de no resolver los PT con sistemas de referencia, obtengan una clasificación B.
- Se garantiza que todos los escenarios llegan a obtener la clase B (Mínimo CTE), incluso con los sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que emplear biomasa como combustible permite que los casos con la envolvente de mínimos de CTE con sistemas de SPF ≥ 3,0 y VEEl óptimo consigan la clasificación A.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Se garantiza en cualquier caso la clase B para este indicador, incluso en sistemas de referencia Mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios con cualquier calidad constructiva, con sistemas por encima de ERR ≥ 3,0 a excepción de los casos con sistemas de referencia mínimos de CTE, que se quedan en una clasificación B.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> – BIOMASA

## Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Convencional

Características	Caso Terciario Medianeras - HOTEL - Intensidad Baja 8 h												"Apéndice E"											
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH <sup>+</sup>		Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0							
	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE)	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. REF.	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 1 VEEH <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Caso Base (Mínimo CTE) Sist. Op. 2	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Referencia	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 1 VEEH <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores	Apéndice E Sist. Op. 2 VEEH <sup>+</sup>	W/m <sup>2</sup> K	Valores
Muro Exterior	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,74	3,4	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0	0,27	13,0
Cubierta	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,50	6,3	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5	0,22	16,5
Fojeados / Locales Comerciales	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0	1,16	2,0
Huecos (Cristales)	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	2,00	4/12/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4	1,60	4/15/4
Huecos (Pantallas)	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT	2,20	Madera/ PVC/RPT
Transmisión Huecos	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
Permeabilidad Carpinterías	C2 = 27 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	0,9 ren/h	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	C3 = 9 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	
Ventilación del Edificio	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	0,9 ren/h	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos
Puentes Térmicos	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	Mínimo CTE	
VEEI	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	22,60	760	22,60	760	22,60	760	22,60	760	22,60	760	22,60	760	22,60	760	16,21	16,21	16,21	16,21	16,21	16,21	16,21	16,21	16,21	
Demanda conjunta	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	30,59	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	61,19	52,11	61,19	52,11	61,19	52,11	61,19	52,11	61,19	52,11	61,19	52,11	61,19	52,11	65,24	65,24	65,24	65,24	65,24	65,24	65,24	65,24	65,24	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	
% Respecto Ed. Referencia	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	53,66%	45,70%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	57,22%	
Clase demanda CEE	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	C B C	A C A	A C A	A C A	A C A	A C A	A C A	A C A	A C A	A C A	
CTE-HE1-25%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	99,35%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	82,71%	
Calificación Energética	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	Anterior + VEEH <sup>+</sup>	Sist. Biomasa Calef/ACS 0,85 Elec. Ref. SPF 3,0	

Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE sin Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Caso Base (Mínimo CTE): Envoltorio de mínimos de CTE, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Apéndice E: Envoltorio con valores orientativos del Apéndice E del CTE-HE1, con Puentes Térmicos resueltos y Sistema de Referencia CTE HE0.  
 Sist. Op. 1: Sistema de Referencia del CTE (Producción calefaccionaria y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%.  
 Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado (Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3,00 y 3,50 respectivamente, ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF de 3,0 y 3,5 (con supuesto de producción solar del 60%).  
 Adicionalmente se plantearán dos escenarios de reducción del VEEH. Estos escenarios se combinarán con las opciones de sistemas de climatización previamente definidos.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Terciario entre medianeras-Hotel intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA.

Con tal de valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### **Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)**

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- El hecho de emplear biomasa como combustible permite que aquellos casos con la envolvente constructiva de mínimos, a pesar de no resolver los PT con sistemas de referencia mínimo de CTE, obtengan una clasificación B.
- Se garantiza que todos los escenarios llegan a obtener la clase B (Mínimo CTE), incluso con los sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que emplear biomasa como combustible permite que los casos con la envolvente de mínimos de CTE con sistemas de SPF ≥ 3,0 y VEEI óptimo consigan la clasificación A.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Se garantiza en cualquier caso la clase B para este indicador, incluso en sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios con cualquier calidad constructiva, con sistemas por encima de ERR ≥ 3,0 y VEEI óptimo a excepción de los casos con sistemas de referencia mínimos de CTE, que se quedan en una clasificación B.

# Resultados HE0 EP<sub>nr</sub> – BIOMASA

## Tipología Hotel: Bloque entre medianeras\_Tipología Muro cortina

Características	Caso Tercario Medianeras - HOTEL Muro cortina - Intensidad Baja 8 h										"Apéndice E"														
	Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Anterior + VEEH		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0		Sist. Op. 1 Ref CTE		Anterior + VEEH		Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0				
	Caso Base (Mínimo CTE)	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	W/m <sup>2</sup> K	Valores	
Muro Exterior	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.74	3.4	0.27	13.0	0.27	13.0	
Cubierta	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.50	6.3	0.22	16.5	0.22	16.5	
Fojados / Locales Comerciales	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	1.16	2.0	
Huecos (Cristales)	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	2.00	BE 4/12/4	1.60	BE 4/15/4	1.60	BE 4/15/4	
Huecos (Compañielos)	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	2.20	Madera/ PVC/RPT	
Transparencia-Huecos	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	2.00	C2 = 27 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.67	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	1.67	C3 = 9 m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>	
Permeabilidad Carpinterías	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h	0.9 en/h		
Ventilación del Edificio	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	No resueltos	Eliminados todos	Eliminados todos	Eliminados todos		
Puentes Térmicos	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Mínimo CTE	Mejorado 30%	Eliminados todos	Mejorado 30%	Mejorado 30%		
VEEI	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.	Calef. Refrig.		
Demanda Parcial (kWh/m <sup>2</sup> año)	15.60	20.80	17.00	17.20	15.50	20.60	17.00	17.20	15.50	20.60	17.00	17.20	15.50	20.60	17.00	17.20	15.50	20.60	17.00	17.20	13.00	19.80	13.00	19.80	
Demanda conjunta	30.82	30.82	29.93	29.93	30.82	30.82	29.93	29.93	30.82	30.82	29.93	29.93	30.82	30.82	29.93	29.93	30.82	30.82	29.93	29.93	27.01	19.80	27.01	19.80	
Límites CTE Conjunto (kWh/m <sup>2</sup> año)	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	
Total EP <sub>nr</sub> HE0 (kWh/m <sup>2</sup> año)	73.19	59.88	45.80	45.80	59.88	59.88	45.80	45.80	59.88	59.88	45.80	45.80	59.88	59.88	45.80	45.80	59.88	59.88	45.80	45.80	44.55	19.80	44.55	19.80	
Edif. Referencia HE0 EP <sub>nr</sub> (kWh/m <sup>2</sup> año)	12.2.25	48.9.8%	37.47%	37.47%	48.9.8%	48.9.8%	37.47%	37.47%	48.9.8%	48.9.8%	37.47%	37.47%	48.9.8%	48.9.8%	37.47%	37.47%	48.9.8%	48.9.8%	37.47%	37.47%	12.2.25	42.2.25	12.2.25	42.2.25	
% Respecto Ed. Referencia	59.87%	59.87%	37.47%	37.47%	59.87%	59.87%	37.47%	37.47%	59.87%	59.87%	37.47%	37.47%	59.87%	59.87%	37.47%	37.47%	59.87%	59.87%	37.47%	37.47%	62.66%	62.66%	62.66%	62.66%	
Clase demanda CEE	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	
CTE-HEI -25%	92.11%	92.11%	89.45%	89.45%	92.11%	92.11%	89.45%	89.45%	92.11%	92.11%	89.45%	89.45%	92.11%	92.11%	89.45%	89.45%	92.11%	92.11%	89.45%	89.45%	80.72%	80.72%	80.72%	80.72%	
Calificación Energética	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	EP <sub>nr</sub>	CO	
	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A	
Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Sist. Op. 1 Ref CTE	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0	Anterior + VEEH	Sist. Biomasa Calef y ACS 0.85 Elec. Refg. SPF 3.0

Caso Base (Mínimo CTE): Envolverte de mínimos de CTE sin Puertas Térmicas resueltas y Sistema de Referencia CTE HE0. CTE HE0: Envolverte de mínimos de CTE sin Puertas Térmicas resueltas y Sistema de Referencia CTE HE0. Apéndice E: Envolverte con valores orientados del Apéndice E del CTE HEI, con Puertas Térmicas resueltas y Sistema de Referencia CTE HE0. Sist. Op. 1: Sistema de Referencia de CTE (Producción calefacción y ACS con equipo de Gas natural y Rendimiento 92% - producción de Frío con equipo eléctrico de rendimiento 200%). Sist. Op. 2 y 3: Sistema mejorado Producción de calefacción y refrigeración con equipo de Rendimiento constante SPF 3.00 y 3.50 respectivamente. ACS con bomba de calor Aire-Agua con el rendimiento equivalente al SPF. Adicionalmente se plantean dos escenarios de reducción del VEEI. Estos escenarios se combinan con las opciones de sistemas de climatización previamente detallados.

Resultados obtenidos para la Tipología de Edificio Tercario entre medianeras-Hotel/Muro cortina intensidad baja 8 h, a partir del escenario "Base". Caso BIOMASA

Con tal de valorar la incidencia de fuentes limpias en CO<sub>2</sub>, por los servicios de climatización, se han simulado los mismos escenarios considerando la biomasa como combustible de rendimiento 0,85 en producción de calor (Calefacción y ACS) combinados con los diferentes sistemas de refrigeración. **Como hipótesis de partida se ha supuesto que en términos económicos, el uso de la biomasa substituye la aportación de fotovoltaica.**

### Conclusiones de la utilización de biomasa como combustible de calor (Calefacción y ACS)

- **Respecto al Indicador EP<sub>nr</sub>**

- El hecho de emplear biomasa como combustible permite que aquellos casos con la envolvente constructiva de mínimos, a pesar de no resolver los PT con sistemas de referencia mínimo de CTE, obtengan una clasificación B.
- Se garantiza que todos los escenarios llegan a obtener la clase B (Mínimo CTE), incluso con los sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que emplear biomasa como combustible permite que los casos con la envolvente de mínimos de CTE con sistemas de SPF ≥ 3,0 y VEEI óptimo consigan la clasificación A.

- **Respecto al Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**

- Se garantiza en cualquier caso la clase B para este indicador, incluso en sistemas de referencia mínimos CTE (COP 0,92 y EER 2,0).
- Se puede observar que el hecho de emplear biomasa permite conseguir la clase A en aquellos escenarios con cualquier calidad constructiva, con sistemas por encima de ERR ≥ 3,0 y VEEI óptimo a excepción de los casos con sistemas de referencia mínimos de CTE, que se quedan en una clasificación B.





