



GUÍA

DE APLICACIÓN

DB HE

2019

Versión junio 2022



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

Este documento ha sido elaborado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), bajo la supervisión de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Dirección y coordinación:

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:

Isabel Marcos Anasagasti
Raquel Lara Campos
Raúl Valiño López

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:

Rafael Villar Burke

Autores:

Rafael Villar Burke
Marta Sorribes Gil
Daniel Jiménez González
Jesús Sobaler Rodríguez

Ilustrador:

Raúl Valiño López

Otros colaboradores:

M^a Teresa Carrascal García,
M^a Belén Casla Herguedas,
Elena Frías López,
Virginia Gallego Guinea,
Sonia García Ortega,
Enrique Larrumbide Gómez-Rubiera,
Pilar Linares Alemparte,
Mariana Linares Cervera,
Juan Queipo de Llano Moya,
Amelia Romero Fernández,
Carlos Villagrà Fernández

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), es el centro de investigación en edificación de referencia en España. Desde el año 2001, la Unidad de Calidad en la Construcción (UCC) del IETcc asesora al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA), en la elaboración del Código Técnico de la Edificación (CTE) en el que se encuentra enmarcado el Documento Básico de Ahorro de energía (DB-HE).

Catálogo de publicaciones de la
Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Centro virtual de publicaciones del
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:
www.mitma.gob.es

Edita:

Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©
1^a EDICIÓN AGOSTO 2020
2^a EDICIÓN JUNIO 2022

NIPO: 796-22090-4

ISBN: 978-84-498-1076-3

Entidad colaboradora:

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Ministerio de Ciencia e Innovación

Está permitida la reproducción, parcial o total, del presente documento, siempre que esté destinado al ejercicio profesional del personal técnico del sector. Por el contrario, debe contar con aprobación por escrito cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

Junio 2022

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
1. ¿QUÉ ES EL NUEVO DB-HE?	6
2. ¿POR QUÉ SE DEBE ACTUALIZAR?	6
3. ¿QUÉ CRITERIOS SE HAN SEGUIDO EN SU ACTUALIZACIÓN?	8
4. ¿QUÉ SON LOS EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO?	9
5. ¿A QUÉ EDIFICIOS AFECTA?	9
6. ¿CUÁNDO ES DE APLICACIÓN?	10
7. ESTRUCTURA DEL DB-HE.....	10
A QUÉ OBLIGA EL DB-HE	12
1. OBLIGACIÓN BÁSICA	12
2. OBLIGACIONES ADICIONALES.....	12
HE0. LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO	14
1. ASPECTOS GENERALES	14
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	15
3. CUMPLIMIENTO	15
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	17
HE1. CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	29
1. ASPECTOS GENERALES	29
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	30
3. CUMPLIMIENTO	30
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	34
HE2. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.....	53
1. ASPECTOS GENERALES	53
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	53
3. CUMPLIMIENTO	54
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	55
HE3. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	58
1. ASPECTOS GENERALES	58
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	58
3. CUMPLIMIENTO	59
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	60

HE4. CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA	61
1. ASPECTOS GENERALES	61
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	62
3. CUMPLIMIENTO	62
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	63
HE5. GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	69
1. ASPECTOS GENERALES	69
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	70
3. CUMPLIMIENTO	70
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	71
HE6. DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	73
1. ASPECTOS GENERALES	73
2. ESQUEMA DE APLICACIÓN	74
3. CUMPLIMIENTO	74
4. CONCEPTOS DE INTERÉS	75
ANEXO 1. Cuadro resumen del ámbito de aplicación del DB-HE.....	76

El objetivo de esta Guía es facilitar la aplicación del nuevo DB-HE recogido en el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, y en el Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Esta guía viene a completar el conjunto de documentos técnicos de ayuda que responden a la estrategia del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de facilitar la aplicación de la reglamentación de la edificación y ampliar su conocimiento entre el personal técnico que actúa en el campo de la edificación.

Este documento es de índole informativa, no teniendo carácter reglamentario.

El documento está pensado para los agentes de la edificación que vayan a aplicar el DB-HE o quieran tener un conocimiento más profundo en relación con otras actuaciones dentro del ámbito de la edificación distintas de la propiamente proyectual.

Esta guía se estructura, tras una primera introducción que enmarca el DB-HE dentro de la política energética europea, en un análisis sección por sección del DB-HE correspondiente con cada una de las exigencias que contiene el mismo, mediante cuatro apartados:

- aspectos generales;
- esquema de aplicación;
- cumplimiento y
- conceptos de interés, donde se recogen advertencias y aclaraciones sobre aquellas cuestiones de más difícil comprensión o que pueden dar lugar a mayor confusión completando con algún ejemplo de cálculo y donde se hace mención expresa también a la aplicación de la reglamentación en las intervenciones en edificación existente.

Así mismo existen otros documentos de apoyo o complementarios que facilitan la aplicación e interpretación del DB-HE y que están igualmente disponibles en la página web del **CTE**:

- **DB-HE con comentarios**
- **DA DB-HE/1: Cálculo de parámetros característicos de la envolvente**
- **DA DB-HE/2. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos**
- **DA DB-HE/3. Puentes térmicos**

Por último, existe una aplicación web libre y gratuita que facilita la verificación de ciertas secciones del DB-HE, el VisorEPBD <https://www.codigotecnico.org/visorepbd/#/>

Es una aplicación web de ayuda a la evaluación de la eficiencia energética de los edificios usando el procedimiento de la norma UNE-EN ISO 52000-1:2019 destinada a la aplicación del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE 2019).

La aplicación permite, a partir de los datos de energía final, desglosada por servicios y vectores energéticos, los factores de paso a energía primaria y emisiones (F_p), y el factor de exportación k_{exp} , obtener el balance de energía del edificio, de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 52000-1:2019, y varios indicadores del DB-HE, incluyendo el consumo de energía primaria ($C_{ep,nren}$, $C_{ep,tot}$), las emisiones de CO_2 y el porcentaje de la demanda de ACS procedente de fuentes renovables, calculado para el perímetro próximo.

- 1 ¿Qué es el nuevo DB-HE?
- 2 ¿Por qué se debe actualizar?
- 3 ¿Qué criterios se han seguido en su actualización?
- 4 ¿Qué son los edificios de consumo casi nulo?
- 5 ¿A qué edificios afecta?
- 6 ¿Cuándo es de aplicación?
- 7 Estructura del DB-HE

INTR**INTRODUCCIÓN****1. ¿QUÉ ES EL NUEVO DB-HE?**

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es la normativa técnica aplicable a los edificios de nueva construcción y a los edificios existentes cuando en estos se realizan determinadas intervenciones, con el objetivo de garantizar unas condiciones aceptables de seguridad y habitabilidad.

El Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), que forma parte del CTE, busca asegurar que el confort de sus ocupantes se alcance con un uso racional de la energía en los edificios.

El 20 de diciembre de 2019 se publicó la actualización del documento y a lo largo de esta guía se pretende aclarar y explicar los datos necesarios para realizar la comprobación del cumplimiento de los diferentes indicadores de cada exigencia.

El 14 de junio de 2022 se ha publicado una nueva actualización del DB-HE que recoge fundamentalmente la incorporación de la electromovilidad (HE6), la necesidad de generación renovable de energía eléctrica en edificios de uso residencial privado (HE5) así como una justificación alternativa a la transmitancia térmica global mediante bajos niveles de demanda energética.

2. ¿POR QUÉ SE DEBE ACTUALIZAR?

La conciencia del riesgo que representa el cambio climático para la preservación de la vida en el planeta y los efectos de la crisis de la energía de los años 70 del siglo XX que puso en el foco la dependencia energética, han conducido al desarrollo de acuerdos internacionales que buscan limitar el uso de energías fósiles y reducir el impacto ambiental de las actividades humanas, entre ellas, las derivadas del uso y construcción de edificios.

Recientemente, la **Estrategia a largo plazo para 2050** de la Unión Europea establece una hoja de ruta hacia una economía baja en carbono mediante de reducción de gases de efecto invernadero (GEI), fijando para el sector de la edificación un objetivo de reducción de emisiones del 90% para el año 2050 respecto a las emisiones de 1990.

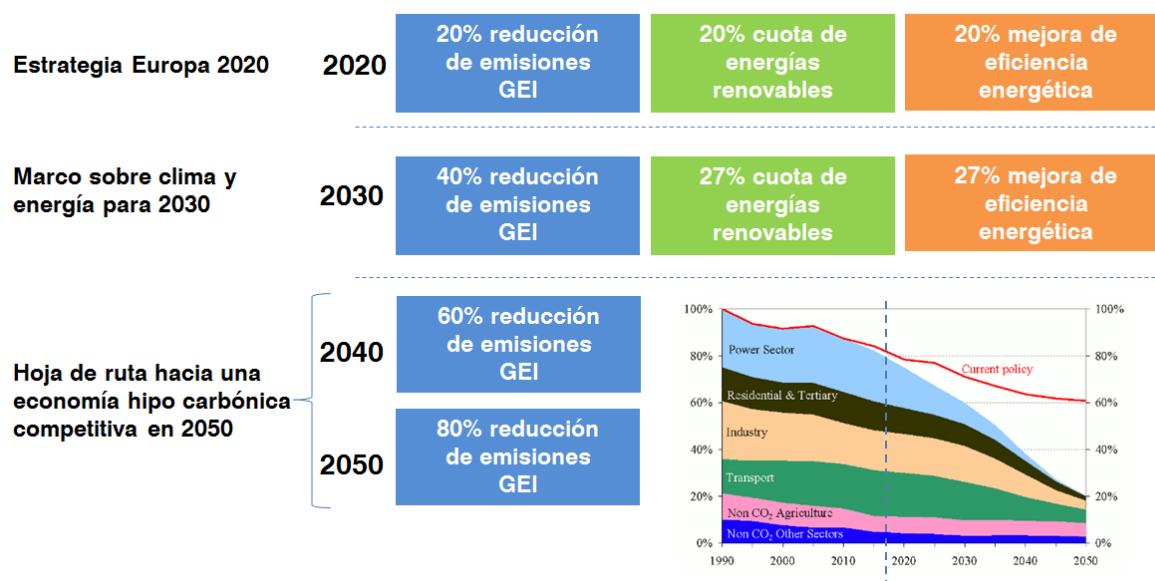


Fig.1. Hoja de ruta europea hacia economía baja en carbono

En nuestro país, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) desarrolla ese objetivo europeo, con medidas para reducir la dependencia energética del exterior recogiendo también el avance de la eficiencia energética de los sistemas de los edificios, el cambio de fuentes energéticas utilizadas para la climatización y para la producción de ACS, apostando por un mayor uso de fuentes renovables.

Evolución de la normativa de ahorro energético:

- La reglamentación española relacionada al ahorro y la eficiencia energética de la edificación se empieza a desarrollar en 1979 con la antigua Norma Básica de la Edificación NBE CT-79 que exigía unos niveles mínimos de aislamiento térmico para los elementos de la envolvente térmica y para el conjunto del edificio.
- Posteriormente, en 2006, se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y su Documento Básico de Ahorro de energía (DB-HE) define, además de una calidad mínima de la envolvente térmica, también un límite máximo a las necesidades de energía del edificio, una eficiencia mínima de los sistemas térmicos y de iluminación, así como un aprovechamiento mínimo de energía procedente de fuentes renovables.
- En 2013 se produce la primera revisión importante del DB-HE, en donde se incorpora una nueva sección, el HE0, que limita expresamente el consumo de energía primaria no renovable de los edificios.
- La actualización de 2019, la segunda revisión importante del DB-HE, mantiene la estructura previa pero ajusta su metodología de cálculo a las normas europeas y completa el conjunto de indicadores y condiciones existentes (consumo de energía primaria total, control solar, tasa de renovación de aire...).

En 2022 se produce la última modificación que incorpora una nueva sección (HE6) introduciendo la electromovilidad en la edificación tal y como establece la Directiva europea.

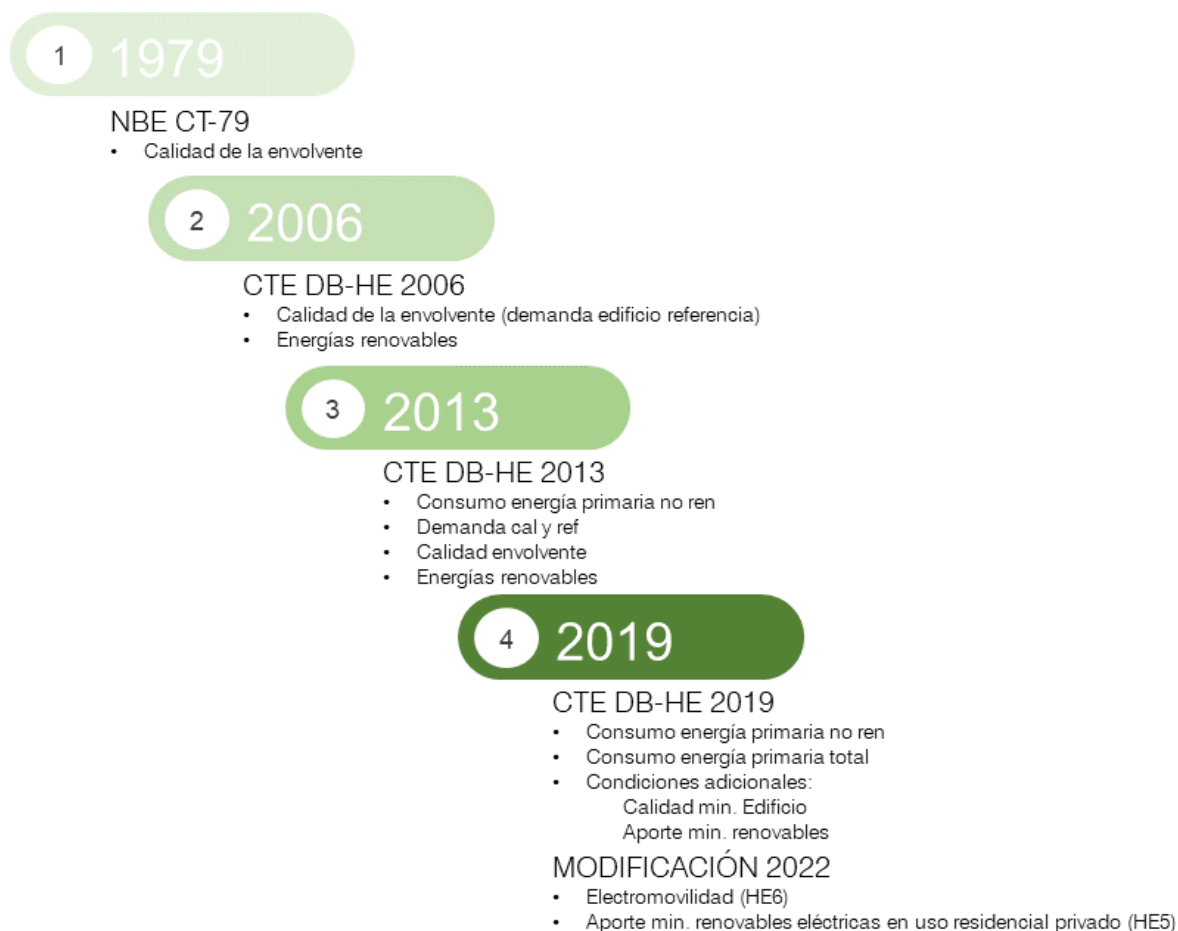


Fig.2. Esquema de la evolución de la normativa de ahorro energético

3. ¿QUÉ CRITERIOS SE HAN SEGUIDO EN SU ACTUALIZACIÓN?

En el marco de la Unión Europea, la *Directiva 2010/31/UE* relativa a la *Eficiencia Energética de los Edificios* (DEEE) define objetivos concretos para el sector de la edificación, que se han tenido que trasponer a nuestro ordenamiento jurídico, a través, por ejemplo del RD 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, actualmente en fase de revisión, o a través del Código Técnico de la Edificación (CTE) entre otros instrumentos reglamentarios.

La Directiva de Eficiencia Energética establece que los edificios deben alcanzar los mayores niveles de eficiencia que resulten rentables. Es decir, el mejor nivel de eficiencia con un menor coste, teniendo en cuenta la inversión inicial y el gasto a lo largo de la vida del edificio. Además, para alcanzar los objetivos a medio plazo y aprovechar los avances tecnológicos, obliga a revisar cada cinco años los requisitos de eficiencia energética.

El nuevo DB-HE incorpora aspectos de la directiva que se han desarrollado en el Reglamento 244/2012 y la norma UNE-EN ISO 52000-1:2019, que establecen cómo debe realizarse la evaluación energética de los edificios (servicios que se contemplan, fronteras de evaluación, cómo contabilizar la energía procedente del medio ambiente, etc...).

4. ¿QUÉ SON LOS EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO?

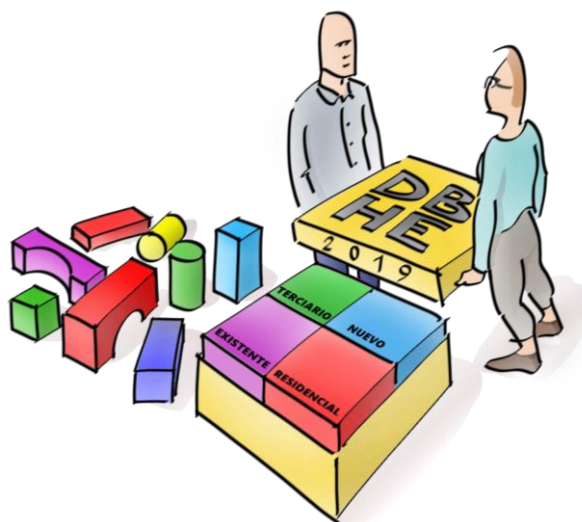
Para responder a estas necesidades que marca la Directiva, la actualización del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del CTE avanza en la definición de los edificios de consumo casi nulo (EECN) como edificios de muy alta eficiencia energética: edificios con un consumo muy bajo de energía que es cubierto, en gran medida, con energía procedente de fuentes renovables.

De esta manera se define como edificio de consumo de energía casi nulo, aquel edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en el Documento Básico “DB HE Ahorro de Energía” en lo referente a la limitación del consumo energético para edificios de nueva construcción.

Esta definición se concreta en la limitación de los niveles máximos de consumo de energía primaria, tanto total como de aquella con origen no renovable, y es aplicable a edificios nuevos o a existentes cuando sobre ellos se llevan a cabo determinadas intervenciones. De esta manera se puede decir, en término medio, que los edificios de vivienda no podrán consumir anualmente más de 60 kWh/m² de energía primaria total ni más de 30 kWh/m² de energía primaria no renovable.

5. ¿A QUÉ EDIFICIOS AFECTA?

La aplicación de la reglamentación de ahorro energético alcanza a todo tipo de edificios, desde la edificación nueva, o partes de la misma, a la edificación existente en la que se realice alguna intervención sobre ella (sea una ampliación, un cambio de uso o una reforma), independientemente del tipo de uso, tanto residencial como terciario, aunque los niveles exigibles varían en función del nivel de intervención, uso, localización, y características del edificio.



Dada la enorme casuística, se contemplan criterios que flexibilizan la aplicación en edificios existentes, con el objetivo de conseguir el mayor grado de adecuación posible, y se especifican algunos casos de exclusión como:

- Edificios provisionales con un plazo de utilización igual o inferior a 2 años
- Edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
- Edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o parte de los mismos, con baja demanda energética.
- Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50m² (por edificio aislado se entiende aquel edificio independiente que no está en contacto con otros edificios).

6. ¿CUÁNDO ES DE APLICACIÓN?

El RD 732/2019 por el que se modifica el CTE y que ha introducido el DB-HE 2019, estableció un periodo de aplicación voluntaria para aquellas actuaciones para las que se solicitase licencia municipal de obras dentro del plazo de 6 meses desde la entrada en vigor del citado Real Decreto. Este plazo de 6 meses inicial se ha visto ampliado como consecuencia de la suspensión de plazos derivada del estado de alarma, de tal manera que el periodo de aplicación voluntaria de la norma finalizará el 23 de septiembre, siendo obligatoria la aplicación del citado Real Decreto para todas aquellas obras que soliciten licencia municipal a partir del 24 de septiembre de 2020.

En los supuestos de obras en las que se hubiese solicitado licencia municipal entre la declaración del estado de alarma y la reanudación de los plazos producida el 1 de junio y si tratase de proyectos no adaptados al nuevo DB-HE, a los efectos de aplicación del nuevo DB-HE, deberán comenzar en el plazo previsto en la propia licencia, contabilizado a partir del 1 de junio, o bien, en defecto de previsión de plazo en el propio otorgamiento de licencia, en el plazo de seis meses desde el 1 de junio de 2020. En caso contrario deberán adaptar sus proyectos a las modificaciones del CTE aprobadas en el Real Decreto 732/2019.

En los supuestos de obras en las que se hubiese solicitado licencia municipal desde la publicación del nuevo DB-HE hasta la declaración del estado de alarma se puede consultar la página www.codigotecnico.org para conocer cómo calcular el plazo de aplicación.

7. ESTRUCTURA DEL DB-HE

El DB-HE 2019 conserva la estructura del anterior documento, organizándose en un total de 6 secciones (desde el HE0 al HE5).

Estas secciones se ordenan partiendo de los aspectos más generales de la eficiencia energética del edificio a los más particulares: se comienza con el consumo energético del edificio pasando después a la definición de la envolvente térmica y de las instalaciones técnicas. Sin embargo, debe observarse que el proceso lógico de aplicación y cálculo transcurre en sentido contrario, partiendo del correcto diseño del edificio, de las condiciones de la envolvente térmica y la definición de los sistemas técnicos y finalizando con la evaluación del consumo energético del edificio.

Además de los indicadores de consumo energético que definen el comportamiento global de un edificio y que se fijan en la sección HE0, en el resto de secciones se define un conjunto de condiciones mínimas que afectan a cada uno de los parámetros que intervienen en la eficiencia energética global: la envolvente térmica (HE1), las instalaciones térmicas (HE2), los sistemas de iluminación (HE3) y la generación de energía renovable para ACS (HE4) o para producción eléctrica (HE5).

También se incorpora una última sección (HE6) sobre la dotación mínima para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos que posibilita la incorporación de la electromovilidad relacionada con la edificación.

El siguiente cuadro resumen muestra la relación esquemática entre la versión previa del DB-HE 2013 y la nueva de 2019:

ESTRUCTURA DB-HE 2013 – ESTRUCTURA DB-HE 2019

HE0	Limitación del consumo energético Consumo energía primaria no renovable $C_{ep,nren}$	Limitación del consumo energético Consumo energía primaria no renovable $C_{ep,nren}$ Consumo energía primaria total $C_{ep,total}$
HE1	Limitación de la demanda energética Demanda energética de calefacción + refrigeración $D_{cal} - D_{ref}$ Limitación descompensaciones Limitación condensaciones	Condiciones para el control de la demanda energética Transmitancia de la envolvente térmica K, U Control solar de la envolvente térmica $q_{sol;jul}$ Permeabilidad al aire de la envolvente térmica n_{50} / Q_{100} Limitación descompensaciones Limitación condensaciones
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas Especificaciones RITE	Condiciones de las instalaciones térmicas Especificaciones RITE
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación VEEI, P_{tot} , Sistemas de control y regulación $VEEI, P$	Condiciones de las instalaciones de iluminación VEEI, P_{max} , Sistemas de control y regulación $VEEI, P$
HE4	Contribución solar mínima de ACS Producción mínima renovable según zona %	Contribución mínima de energía renovable para cubrir demanda de ACS 60-70% cubierto por renovables % DEMANDA ACS
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica Potencia mínima a instalar P	Generación mínima de energía eléctrica Potencia mínima a instalar P
HE6		Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos % plazas con infraestructura de recarga % PLAZAS PARKING

Fig.3. Esquema comparativo de antigua y vigente normativa

1 Obligación básica

2 Obligaciones adicionales

OBLG

A QUÉ OBLIGA EL DB-HE

1. OBLIGACIÓN BÁSICA

El DB-HE obliga a que los edificios se proyecten para un consumo reducido de energía y que este se satisfaga, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables, con el objetivo de mitigar el cambio climático y reducir la dependencia e intensidad del uso de energía del país.

Esto se aborda:

- Limitando las necesidades totales de energía del edificio ($C_{ep,tot}$)
- Limitando el consumo de energía procedente de fuentes no renovables ($C_{ep,nren}$)

La verificación o justificación de estas exigencias relativas al consumo de energía del edificio o parte del edificio, debe realizarse usando un procedimiento de cálculo acorde al propio DB-HE y al Documento Reconocido de la Certificación Energética de Edificios "Condiciones técnicas para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios" pero no es necesario que se trate de procedimientos oficialmente reconocidos. Sin embargo los procedimientos utilizados para la Certificación de Eficiencia Energética de edificios sí deben ser documentos reconocidos, de conformidad con el artículo 4 del Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

2. OBLIGACIONES ADICIONALES

1. Un diseño y construcción del edificio que demande poca energía para alcanzar las condiciones de confort, de acuerdo a su uso y a las condiciones climáticas del entorno.

Para lograr este objetivo es clave la fase de diseño del edificio, atendiendo a aspectos como la orientación, compacidad, proporción de huecos, protecciones solares y sombras.

Esto implica:

- un nivel mínimo de aislamiento térmico global (K), incluyendo los puentes térmicos, y de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica (U_{lim})
- limitar el exceso de ganancias solares en verano ($q_{sol,jul}$);
- el control de la permeabilidad al aire de los elementos (Q_{100} y n_{50});
- evitar la pérdida de calor de las viviendas y los locales comerciales (U_{lim});
- asegurar el mantenimiento de estas prestaciones a lo largo del tiempo.

2. El uso de instalaciones térmicas y de iluminación eficientes que aseguren el confort y una calidad del aire adecuada.

Esto implica:

- una alta eficiencia de los equipos de climatización;
- una ventilación eficiente y que asegure la calidad del aire;
- el aprovechamiento de la iluminación natural y la limitación del consumo de los sistemas de iluminación;
- un diseño de las instalaciones que asegure el confort de los usuarios y el mantenimiento de las prestaciones en el tiempo.

3. El uso de energía renovable para evitar la emisión de gases de efecto invernadero y limitar la huella ecológica de los edificios.

Esto implica:

- Producción del agua caliente sanitaria con fuentes de energía renovables
- La generación de energía eléctrica, en la parcela o sus proximidades, a partir de fuentes renovables

4. La incorporación de infraestructura en los edificios que posibilite la recarga de vehículos eléctricos.

1 Aspectos generales

2 Esquema de aplicación

3 Cumplimiento

4 Conceptos de interés

4.1. Energía final, energía primaria y factores de paso

4.2. Demanda y eficiencia de los sistemas

4.3. Servicios considerados

4.4. Producción de energía in situ e impacto en la red

4.5. Relación entre las necesidades de energía, el clima y la carga interna

4.6. Número máximo de horas fuera de consigna

4.7. Estrategias y criterios en intervenciones en edificación existente

4.8. HE0 en edificación existente

HE0

LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1. ASPECTOS GENERALES

Esta sección establece la base de las exigencias reglamentarias del Documento Básico, al definir los dos indicadores con alcance más global y sus valores límite: el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) y el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$).

El indicador de consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) controla las necesidades totales de energía del edificio, independientemente de su origen (suministrada por la red, por el medioambiente o producida in situ) y de su carácter renovable o no; mientras que el indicador de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) acota la cantidad de energía procedente de fuentes no renovables que puede consumir el edificio.

Los indicadores limitan el uso de energía primaria, en lugar de energía final, que es la que se suministra en el punto de consumo, para reflejar la cantidad total de energía que es necesario extraer de la naturaleza para satisfacer dicho suministro; es decir, refleja los recursos energéticos utilizados, y además los clasifica en función del origen renovable o no de dichos recursos.

Ambos indicadores se obtienen del balance entre la energía producida y la energía consumida en escenarios normalizados de utilización y para determinados servicios del edificio: calefacción, refrigeración, ventilación, control de humedad, ACS y, en edificios de uso terciario, también iluminación (los denominados usos o servicios EPB). Es decir, aquellos servicios ligados directamente al edificio, que son consumidores de energía y que están orientados a la salubridad y confort de los ocupantes.

Esta sección se aplica a edificios nuevos y existentes. En el caso de reformas se limita la aplicación a los casos en los que se actúa simultáneamente sobre la envolvente térmica y las instalaciones térmicas.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

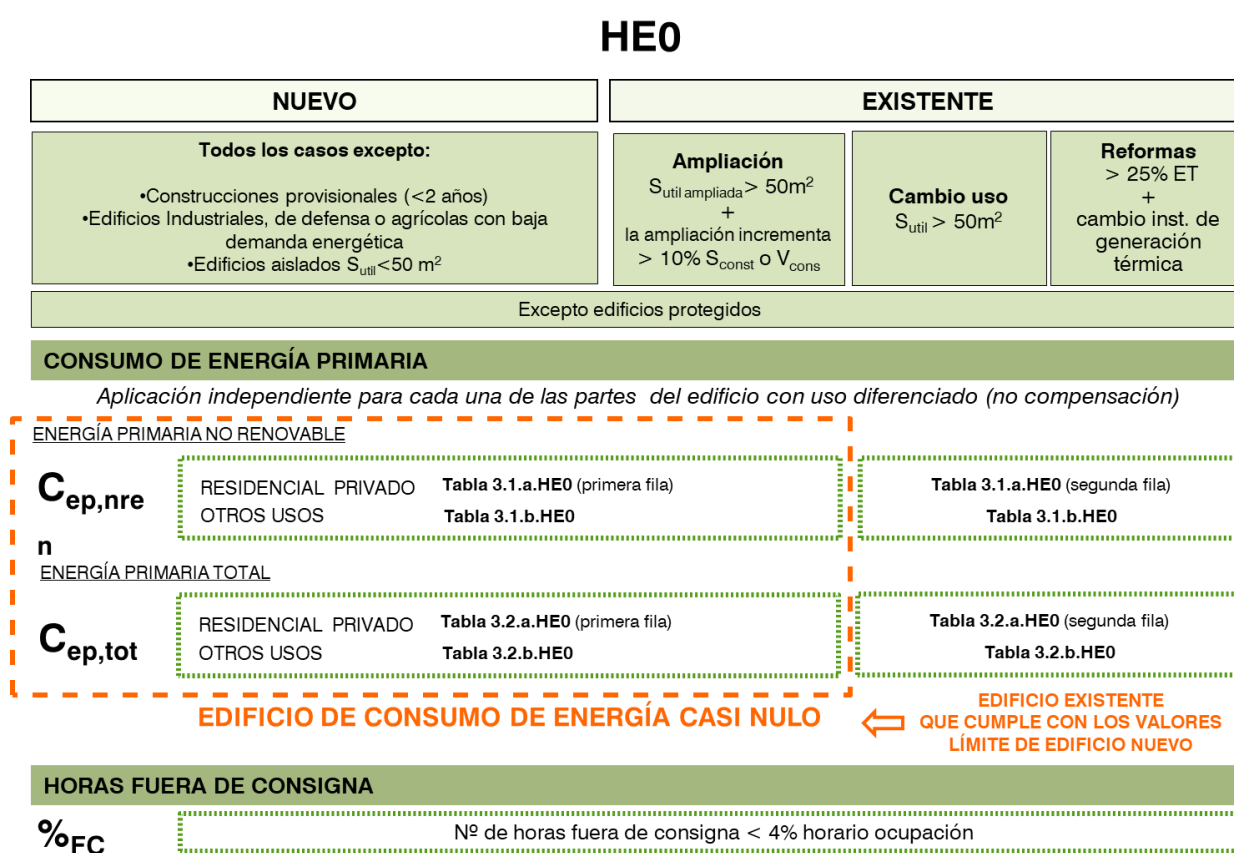


Fig.4. Esquema aplicación HE0

3. CUMPLIMIENTO

El HE0 limita el consumo energético de los edificios en función de la zona climática de invierno, de su localidad de ubicación, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

Se limitan los valores máximos de los indicadores ($C_{ep,nre}$ y $C_{ep,tot}$) en función del nivel de intervención y del uso, debiendo cumplir los límites indicados para cada zona con uso diferenciado (sin posibilidad de obtener un valor promedio compensando entre usos).

3.1 Consumo de energía primaria no renovable:

Tabla 3.1.a - HE0

Valor límite $C_{ep,ren,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,25

Tabla 3.1.b - HE0

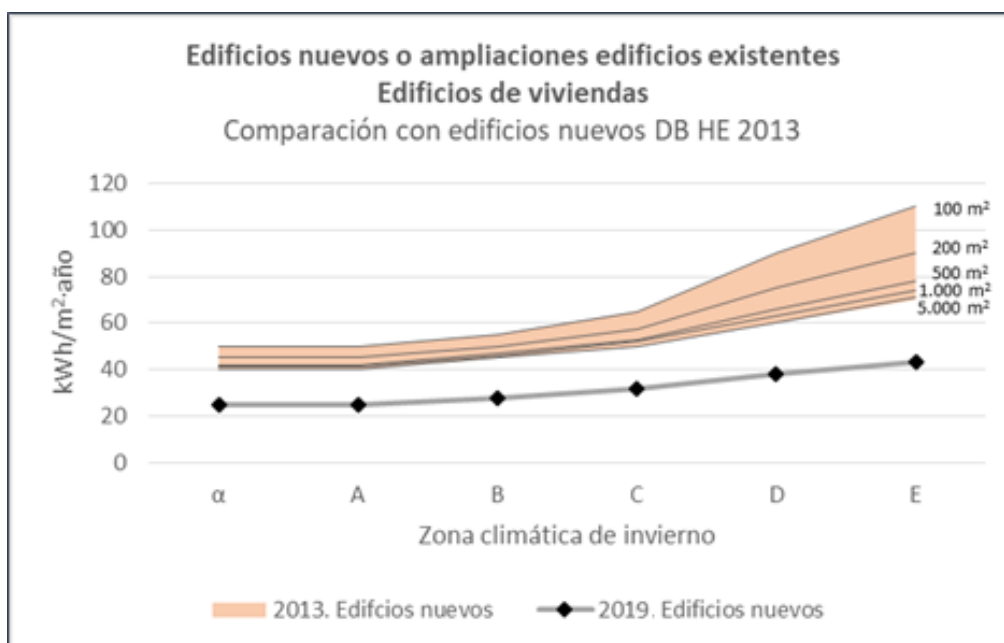
Valor límite $C_{ep,ren,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
$70 + 8 \cdot C_{Fi}$	$55 + 8 \cdot C_{Fi}$	$50 + 8 \cdot C_{Fi}$	$35 + 8 \cdot C_{Fi}$	$20 + 8 \cdot C_{Fi}$	$10 + 8 \cdot C_{Fi}$

C_{Fi} : Carga interna media [W/m²]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Dado que el $C_{ep,ren}$ es un indicador que ya existía en la anterior versión del DB-HE podemos ver cómo ha evolucionado el nivel de exigencia, representado en la siguiente gráfica, pudiendo observar reducciones del consumo de energía primaria no renovable de entre el 30 y el 60%, en función de la zona climática.

Fig.5. Comparación de valores exigenciales de $C_{ep,ren}$ entre la antigua y vigente normativa

3.2 Consumo de energía primaria total:

Tabla 3.2.a - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	40	50	56	64	76	86
Cambios de uso a residencial privado y reformas	55	75	80	90	105	115

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,15

Tabla 3.2.b - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
$165 + 9 \cdot C_{Fi}$	$155 + 9 \cdot C_{Fi}$	$150 + 9 \cdot C_{Fi}$	$140 + 9 \cdot C_{Fi}$	$130 + 9 \cdot C_{Fi}$	$120 + 9 \cdot C_{Fi}$

C_{Fi} : Carga interna media [W/m²]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

El cálculo del balance energético del edificio que es necesario para la verificación de los indicadores fundamentales del DB-HE (los consumos de energía primaria total) se realiza de acuerdo con la UNE-EN ISO 52000-1:2019 *Evaluación global de la eficiencia energética de los edificios. Parte 1: marco general y procedimientos*, y dentro de ese procedimiento se utiliza un factor de exportación $k_{exp}=0$.

El valor del factor de exportación (k_{exp}) viene a reflejar la fracción de la energía finalmente exportada desde el edificio que se tiene en cuenta para evaluar el impacto en la red (lógicamente no es lo mismo generar 1 kW de energía eléctrica por la red eléctrica española que tiene un factor de paso de 2,36 que generar ese mismo kW con sistemas renovables in situ cuyo factor de paso es de 1, y por tanto, se está beneficiando el sistema global eléctrico porque se necesitan menos recursos primarios para generar la misma electricidad).

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 Energía final, energía primaria y factores de paso

La energía que se suministra a los sistemas de los edificios se denomina energía final. Normalmente este suministro se realiza a través de combustibles, generación in situ o redes específicas (electricidad, gas, calor o frío de distrito, etc). Esta energía puede transportarse en distintas formas, llamadas vectores energéticos: electricidad, gas natural, biomasa, etc. Es la que se mide a la entrada del edificio o parcela.

Debido a las pérdidas en los procesos intermedios de transformación, transporte y distribución, no toda la energía inicialmente extraída de la naturaleza, denominada energía primaria, acaba como energía disponible en el punto de consumo, denominada energía final.

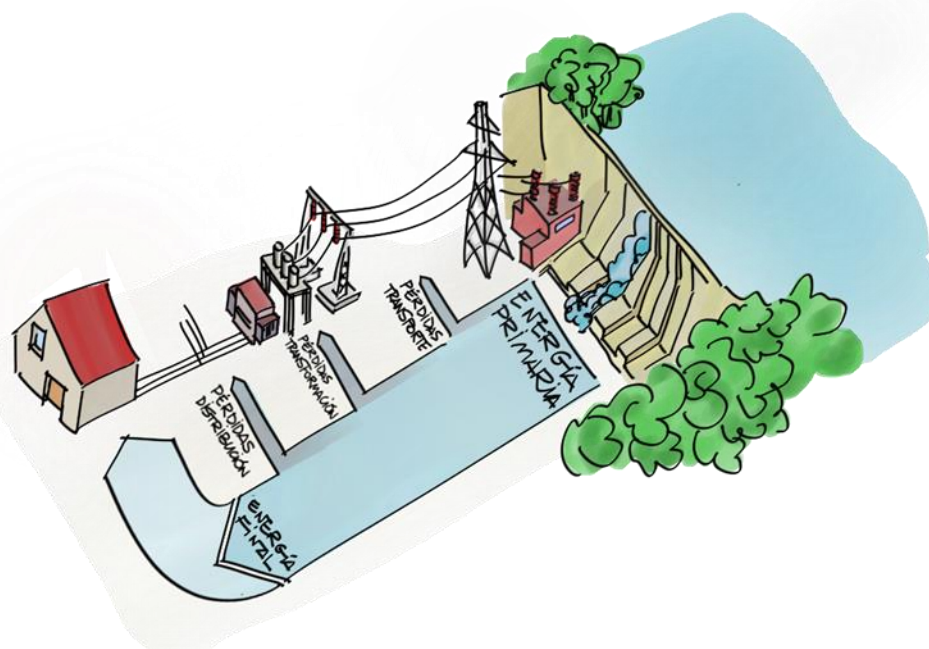


Fig.6. Grafica del proceso de generación y transformación de la energía

Igualmente, podemos clasificar la energía en función de su procedencia de fuentes renovables o no renovables. Así, la energía transportada en un vector energético como la electricidad podría haber sido generada mediante paneles fotovoltaicos y ser, por tanto, de origen renovable, o en centrales térmicas en las que se usan combustibles de origen no renovable.

Cuantificar la energía usada en términos de energía primaria permite así evaluar los recursos energéticos utilizados por el edificio y su carácter renovable o no renovable, independientemente de la tecnología y del vector energético utilizado.

De manera convencional, se emplean factores de paso que permiten traducir el consumo de energía final en otros indicadores, como el consumo de energía primaria, consumo de energía primaria de fuentes no renovables, emisiones de CO₂ asociadas, etc.

Estos factores de paso se definen habitualmente en función del vector energético (electricidad, gas natural...), el origen de la energía (generación in situ, procedente de la red...) y, en ocasiones, el destino del consumo (suministro, exportación a la red...)

Cuanto más próximo es el origen de la energía y cuanto mayor es la aportación de energía procedente de fuentes renovables más próximo a la unidad es el factor de paso de energía final a primaria (existen por tanto menores pérdidas). Un factor de paso de 2,36 como es, por ejemplo, el de la electricidad de red, significa que se han tenido que producir 2,36 kWh en origen (se ha extraído esa cantidad de la naturaleza) para que al edificio le llegue 1 kWh que pueda consumir.

Los factores de paso a energía primaria tienen una parte renovable ($f_{ep,ren}$) y otra no renovable ($f_{ep,nren}$) siendo la suma de ambas partes el valor final de dicho factor. Para determinados vectores energéticos alguno de los componentes puede ser nulo, de manera que, como pasa por ejemplo con la producción de electricidad con paneles fotovoltaicos in situ, al ser el factor de paso no renovable nulo, el factor de paso global pasa a ser el mismo que el factor de paso renovable que en dicho caso es la unidad (no hay pérdidas y además toda la electricidad es de origen renovable).

Por tanto, puede resumirse que el proceso de cálculo de la eficiencia energética de un edificio comienza con el cálculo de la energía final que se suministra al edificio (los consumos de energía que calculan los diferentes softwares de cálculo actuales) para, a través de unos coeficientes de paso, transformarlos en energía primaria que nos permita la comparación entre diferentes edificios, conociendo cuánta energía consumen y el carácter renovable o no de dicha energía, posibilitando de esta manera llegar al cumplimiento de la exigencia básica del DB-HE: *“consumir poco consiguiendo que gran parte de ese poco sea de origen renovable”*.

4.2 Demanda y eficiencia de los sistemas

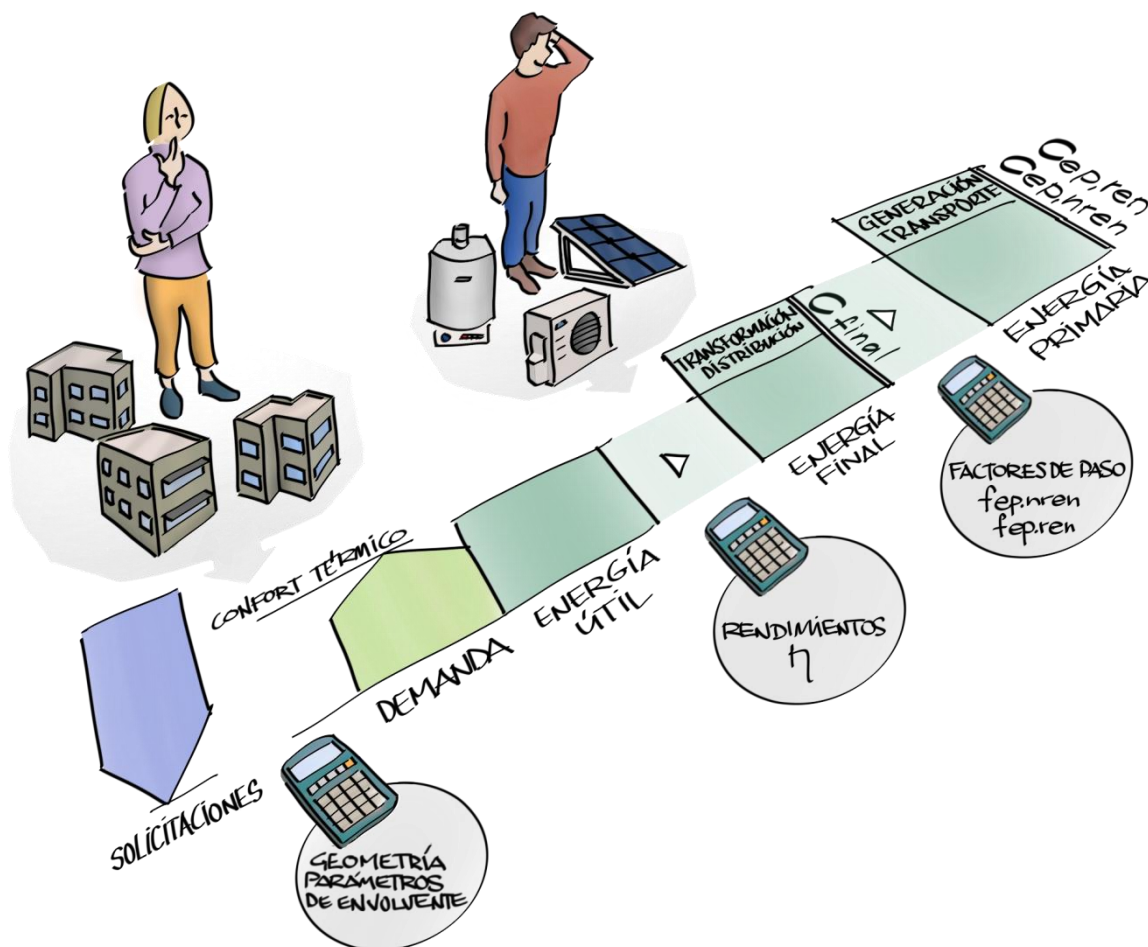


Fig.7. Proceso de análisis energético de un edificio

La energía final es la energía suministrada a los sistemas técnicos del edificio. Los sistemas técnicos transforman la energía contenida en los distintos vectores energéticos en la energía útil necesaria para satisfacer los servicios de calefacción, refrigeración, ACS, iluminación, ventilación y control de humedad, es decir, para cubrir la demanda del edificio.

El proceso de transformación de la energía suministrada también consume energía, de modo que no toda la energía final aportada logra convertirse en energía útil. Así, el consumo de energía final necesario está relacionado con la demanda que debe ser satisfecha (energía útil) y el rendimiento del sistema:

$$C_{final} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento medio del sistema } (\eta)}$$

Vemos, por tanto, cómo la reducción del consumo de energía final está condicionada por la capacidad de minimizar la demanda energética del edificio y de incrementar la eficiencia de los sistemas.

Por ello, es muy importante trabajar ambos aspectos, el diseño pasivo del edificio, orientado a reducir su demanda energética, y la adecuada selección y diseño de los sistemas, orientado a optimizar su rendimiento junto al aprovechamiento de las fuentes de energía más adecuadas en cada caso.

En relación al rendimiento de los sistemas, algo que podemos observar es que, en algunos casos, presentan rendimientos superiores a la unidad. Esto no supone que obtienen más energía de la que les es suministrada, algo imposible, sino que se explica, bien porque el rendimiento ha sido calculado, no respecto al total de la energía suministrada, sino excluyendo algún componente de esta, como, por ejemplo, la energía extraída del medioambiente en las bombas de calor, o bien por diferencias en la contabilización del aporte energético realizado, como sucede, por ejemplo, cuando se expresa el rendimiento sobre el poder calorífico del combustible en equipos que aprovechan el calor de condensación. En ambos casos, la consideración de toda la energía suministrada daría lugar a rendimientos inferiores a la unidad.

4.3 Servicios considerados

La nueva metodología de cálculo de consumo de energía primaria implementada en el DB-HE 2019 (UNE-EN ISO 52000-1:2019) contempla:

- Las necesidades energéticas del edificio (calidad del diseño: orientación, aislamiento, sombras,..)
- Los consumos de los sistemas de ventilación (como los recuperadores de calor por ejemplo)
- Todos los suministros de vectores energéticos (combustibles, electricidad, etc...)
- La energía extraída del medio ambiente (o que el medio ambiente suministra al edificio), que se evalúa como energía renovable y que engloba entre otras:
 - la energía captada por las bombas de calor en modo calefacción y ACS (modo "calor", es decir, se considera solo la energía que se suministra desde el medio ambiente al edificio, ya que el funcionamiento en modo refrigeración o "frio" de estos sistemas, lo que está haciendo es expulsar energía al medio ambiente y, por tanto, no puede considerarse un suministro de energía al edificio sino, en cualquier caso, una exportación)
 - la energía producida por paneles fotovoltaicos
 - la energía captada por los paneles solares térmicos
 - la energía procedente de los pozos canadienses, etc...

Por tanto, este es el esquema global que se contempla para el cálculo de los consumos de energía primaria pero es necesario destacar también que la metodología de cálculo solo incluye los considerados usos o servicios EPB del edificio.

Usos EPB son los usos del edificio que se consideran a la hora de evaluar su eficiencia:

Usos o Servicios EPB (Energy Performance Building)	Calefacción
	Refrigeración
	ACS
	Ventilación
	Control de humedad
	Iluminación (solo en terciario)

Consecuentemente, los indicadores actuales de $C_{ep,nren}$ y $C_{ep,tot}$ del HE0 no incluyen todos los servicios disponibles en el edificio como pueden ser los electrodomésticos, los sistemas de transporte vertical (ascensores, escaleras mecánicas, etc), los vehículos eléctricos, etc. Sin embargo, es previsible que algunos de estos servicios ligados al uso del edificio, acaben incorporándose en futuras revisiones de la normativa.

4.4 Producción de energía in situ e impacto en la red

La eficiencia energética de un edificio se define como la diferencia entre la energía que se suministra a un edificio (por las redes de suministro o el medio ambiente) y la energía exportada por el edificio. Es decir, la eficiencia energética es el balance energético o diferencia entre los consumos y las producciones in situ de un edificio, por tanto, la eficiencia energética se cuantifica con el consumo resultante de energía primaria de esa diferencia.

La metodología de cálculo de la UNE-EN ISO 52000-1:2019 permite hacer este balance y es, consecuentemente, la metodología que se ha implementado en el DB-HE2019.

Para la realización de este balance es fundamental establecer el intervalo de cálculo, que en este caso es un intervalo de tiempo mensual, calculando mes a mes el balance energético de las producciones y consumos de energía del edificio. El intervalo de cálculo determina la granularidad o nivel de detalle de los datos de entrada (p.e. mensual) para el proceso de evaluación de la eficiencia energética y no necesariamente se corresponde con la que se ha empleado para su obtención o para la simulación energética (p.e. horaria).

Un intervalo de cálculo mensual supone que se pueden hacer compensaciones día-noche pero no entre meses. Las producciones que no resulten compensables en cada franja mensual (dentro de los usos EPB) no se trasladarán para su consumo en el siguiente mes.

Esto puede entenderse fácilmente con el siguiente ejemplo: si se incorporan a un edificio de viviendas con una caldera de gas para calefacción y ACS un amplio número de paneles fotovoltaicos con una producción eléctrica que supere en un mes de verano el consumo eléctrico del edificio de refrigeración y ventilación (al no computarse consumos no EPB puede darse fácilmente esa circunstancia), la energía extra producida, aunque pueda utilizarse en otros usos del propio edificio (iluminación, ascensores, electrodomésticos...) o volcarse a la red y ser por tanto utilizada por otros edificios, no se computa dentro de la eficiencia energética del edificio.

Si el factor de exportación, k_{exp} , fuese distinto de cero, la fracción de la energía eléctrica no utilizada en servicios EPB correspondiente a dicho factor, se valoraría en términos de la eficiencia energética del edificio, al tener en cuenta el impacto en la red de la energía exportada, sea en términos de recursos energéticos utilizados, emisiones de CO₂ o aportación renovable.

4.5 Relación entre las necesidades de energía, el clima y la carga interna

En el estudio de coste óptimo que se realizó para llegar a los niveles de exigencia del actual DB-HE 2019 se analizaron los factores más importantes que determinan los consumos en función del uso. En edificios de uso terciario estos factores son la zona climática de invierno (ZCI) y la carga interna media de los edificios.

Esto, en parte, se puede explicar con los siguientes argumentos:

- Al aumentar el aislamiento térmico al exterior de los edificios estos están más aislados de la climatología externa lo que provoca la necesidad de disipación de energía de las cargas internas. Por tanto, la capacidad de disipar energía cobra mayor importancia en climas fríos.
- Las ganancias solares, que incrementarían la carga de refrigeración, pueden reducirse por otros medios (sombreamiento) y no necesariamente mediante sistemas, lo que disminuye la influencia que pueda tener la zona climática de verano.
- Al mismo tiempo la diferencia entre zonas climáticas de invierno es más elevada, en términos de grados día que la que se produce entre zonas de verano.

Caracterización de los climas de referencia peninsulares, Baleares, Ceuta y Melilla,
Grados-día de calefacción (base 18)

	ZCI				
	A	B	C	D	E
Grados-día de calefacción (HDD ₁₈)	870	1130	1650	2225	2750

Caracterización de los climas de referencia peninsulares, Baleares, Ceuta y Melilla,
Grados-día de refrigeración (base 25)

	ZCV			
	1	2	3	4
Grados-día de refrigeración (CDD ₂₅)	30	75	175	250

Esto no significa que no sean relevantes y no se hayan tenido en cuenta la zona climática de verano (ZCV), el nivel de ventilación, el nivel de protección frente a las ganancias solares, etc, sino que, en el análisis realizado, son menos relevantes que los factores elegidos.

Por otro lado, la carga interna media de los edificios (C_{Fi}) se calcula como el valor promedio de la carga interna de los diferentes espacios durante una semana tipo y no como la carga máxima durante el tiempo de ocupación. Los niveles de carga interna establecidos son 4:

Nivel de carga interna	Carga interna media, C_{Fi} [W/m ²]
Baja	$C_{Fi} < 6$
Media	$6 \leq C_{Fi} < 9$
Alta	$9 \leq C_{Fi} < 12$
Muy alta	$12 \leq C_{Fi}$

Esto implica que prácticamente no van a existir edificios con cargas altas o muy altas ($C_{Fi} > 9$ W/m²) y que el nivel de carga interna media del uso residencial es constante puesto que el perfil residencial es único y está dentro del nivel bajo (en torno a los 4 W/m²).

La influencia en la demanda del clima exterior aumenta a medida que disminuye la carga interna media. Es decir, a menor carga interna media, más importancia adquieren los factores climáticos en la demanda. Por ello, las exigencias de los indicadores del Documento Básico se estipulan en base a la ZCI para todos los usos, y en el caso de terciario, se añade además la carga interna media.

Todo lo anteriormente expuesto explica por qué en uso residencial privado la exigencia de consumo de energía primaria total y no renovable aumenta conforme el clima de invierno se vuelve más exigente mientras que para otros usos (uso terciario) la exigencia disminuye.

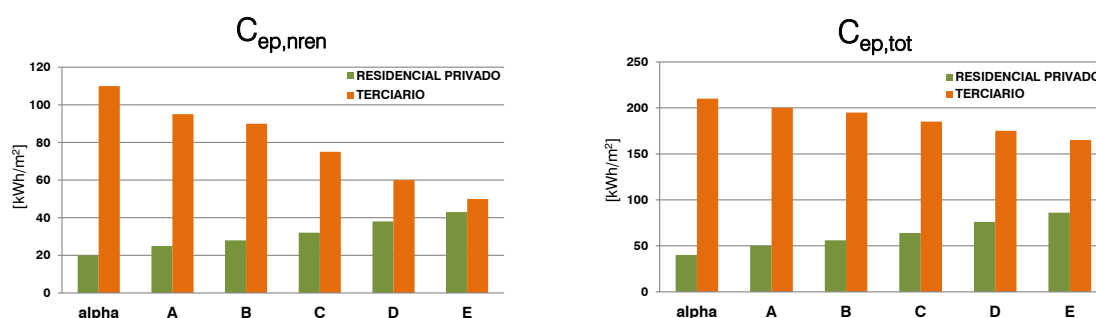


Fig.8. Gráficas comparativas de niveles exigenciales de $C_{ep,nren}$ y $C_{ep,tot}$ para residencial privado y otros usos

Ejemplo de cálculo de la carga interna media y del nivel de carga interna de un edificio:

1. Cálculo de las cargas internas medias para una semana tipo:

La carga interna de un edificio contempla los aportes de calor procedentes de las fuentes internas de los locales, que se deben principalmente a la presencia de personas, iluminación y otros equipos (normalmente eléctricos).

Para su cálculo deben plantearse escenarios de uso representativos (una semana tipo), que contemplen el nivel variable de ocupación y de uso de la iluminación y los equipos:

▪ Carga interna de ocupación:

Las condiciones de ocupación para el cálculo de las cargas internas deben ser representativas del uso típico de los espacios. Aunque se parta de niveles de ocupación máximos como los del CTE DB-SI debe evaluarse el uso simultáneo de los espacios y la variación en los niveles de ocupación a lo largo del tiempo de uso, (por ejemplo, si se considera llena una sala de gimnasio no tendrán ocupación los aseos o vestuarios de ese gimnasio).

Además, debe tenerse en cuenta que únicamente se considera la carga sensible, tal y como establece la definición de Carga interna media el *Anejo A Terminología* del DB-HE y que, dentro de un espacio y para un tiempo concreto el nivel de actividad puede ser también variable.

La siguiente tabla, extraída de la norma UNE-EN ISO 8996, aporta la energía disipada por los ocupantes en función de la actividad metabólica:

Actividad metabólica en función de la actividad	Sensible (W/persona)	Latente (W/persona)	met
Durmiendo	50	25	0,76
Tumbado	55	30	0,86
Sentado, sin trabajar	65	35	1,0
De pie, relajado	75	55	1,3
Paseando	75	70	1,5
Andando:			
a 1,6 km/h	50	110	1,6
a 3,2 km/h	80	130	2,1
a 4,8 km/h	110	180	2,9
a 6,4 km/h	150	270	4,2
Bailando moderadamente	90	160	2,5
Atlética en gimnasio (hombres)	210	315	5,0
Atlética en gimnasio (mujeres)	185	280	
Deporte de equipo masculino (valor medio)	290	430	
Deporte de equipo femenino (valor medio)	260	380	6,9
Trabajos:			
Muy ligero, sentado	70	45	1,2
Moderado (en oficinas: valor medio)	75	55	1,3
Sedentario (restaurante, incluidas comidas)	80	80	-
Ligero de pie (industria ligera, de compras, etc)	70	90	1,6
Media de pie (trabajos domésticos, tiendas, etc)	80	120	2,0
Manual	80	140	2,1
Ligero (en fábrica, solo hombres)	110	185	2,8
Ligero (en fábrica, solo mujeres)	100	165	
Pesado (en fábrica, solo hombres)	170	255	4,0
Pesado (en fábrica, solo mujeres)	150	225	
Muy pesado (en fábrica, solo hombres)	185	285	4,5
Muy pesado (en fábrica, solo mujeres)	165	255	

▪ Carga interna de iluminación:

Se debe considerar la iluminación mínima en los lugares de trabajo que establece el *Anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*:

Zonas o parte del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1º Bajas exigencias visuales	100
2º Exigencias visuales moderadas	200
3º Exigencias visuales altas	500
4º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

La siguiente tabla permite aproximar, para luminarias LED (aprox. 100 lm/W, 2m al plano de trabajo), la potencia disipada (en W/m²) a partir de la iluminancia media (lux):

Iluminancia media (lux)	Potencia (W/m ²)
100	1
200	2
300	3
400	4
500	5
1000	10

▪ Carga interna de equipos:

Se trata de calcular la carga media de funcionamiento de una semana tipo para el uso previsto del edificio que diferirá, normalmente, de la potencia instalada (suma de las potencias nominales).

La siguiente tabla recoge el flujo medio de calor procedente de los equipos para algunos usos típicos:

Utilización del edificio	Índice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m ²)
Oficinas	3
Colegios, escuelas	1
Centros de salud	4
Centros de asistencia sanitaria, no clínico	3
Restauración	3
Tiendas	3
Salones de actos	1
Alojamiento, hospedaje	2
Prisiones, penitenciarías	2
Deportes	1

Valores extraídos de la Tabla G.11 de la UNE-EN ISO 13790

2. Distribución de cargas en una semana tipo:

No disponemos actualmente de perfiles normativos para usos específicos más allá del de vivienda, pero, además de los que puedan derivarse de la experiencia, pueden resultar útiles los recogidos en otras normativas como la francesa: *Méthode de calcul Th-BCE 2012*¹.

3. Ejemplo simplificado de cálculo de la carga interna media de una tienda (de ropa):

El cálculo de la carga interna media (C_{FI}) tal y como se define en el *Anejo A Terminología* del DB-HE es el siguiente:

$$C_{FI} = \frac{\Sigma C_{oc}}{7 * 24} + \frac{\Sigma C_{il}}{7 * 24} + \frac{\Sigma C_{eq}}{7 * 24}$$

SUPERFICIE DEL ESPACIO (considerando un único espacio):

100 m²

CARGAS:

-Carga sensible por ocupación:

Ratio de ocupación: 0,15 personas/m² (Th-BCE 2012)

Carga sensible media: 75 W/persona

¹ "Annexe a l'arrêté portant approbation de la méthode de calcul Th-BCE 2012", Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2012.

-Carga de iluminación:

$$500 \text{ lux} = 5 \text{ W/m}^2$$

-Carga de equipos:

$$\text{Carga sensible media en tiendas: } 3 \text{ W/m}^2$$

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN SEMANA TIPO (*Annexe Méthode de calcul Th-BCE 2012*):

Perfil de uso y ocupación para TIENDA (perfil del <i>Annexe Méthode de calcul Th-BCE 2012</i>)									
Horas	Ocupación (%)			Iluminación (%)			Equipos (%)		
	L-V	S	D-Festivos	L-V	S	D-Festivos	L-V	S	D-Festivos
0h-1h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1h-2h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2h-3h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3h-4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4h-5h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5h-6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6h-7h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h-8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8h-9h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9h-10h	13	7	0	13	7	0	13	7	0
10h-11h	25	26	0	25	26	0	25	26	0
11h-12h	37	54	0	37	54	0	37	54	0
12h-13h	28	48	0	28	48	0	28	48	0
13h-14h	54	47	0	54	47	0	54	47	0
14h-15h	45	52	0	45	52	0	45	52	0
15h-16h	53	78	0	53	78	0	53	78	0
16h-17h	70	100	0	70	100	0	70	100	0
17h-18h	69	100	0	69	100	10	69	100	0
18h-19h	69	100	0	69	100	10	69	100	0
19h-20h	53	71	0	53	71	10	53	71	0
20h-21h	28	36	0	28	36	10	28	36	0
21h-22h	5	7	0	5	7	10	5	7	0
22h-23h	4	6	0	4	6	10	4	6	0
23h-24h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIA	23,0	30,5	0,0	23,0	30,5	2,5	23,0	30,5	0,0

CÁLCULO:

$$\begin{aligned} \Sigma C_{oc} &= 5 \text{ días} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ pers/m}^2) \cdot 75 \text{ W/pers} \cdot 0,23] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ pers/m}^2) \cdot 75 \text{ W/pers} \cdot 0,305] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ W/m}^2) \cdot 75 \text{ W/pers} \cdot 0] = 31.050 + 8.234 + 0 = 39.284 \text{ Wh} / 100 \text{ m}^2 = \\ & 392,84 \text{ Wh/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma C_{il} &= 5 \text{ días} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ W/m}^2) \cdot 0,23] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ W/m}^2) \cdot 0,305] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ W/m}^2) \cdot 0,025] = 13.800 + 3.660 + 300 = 17.760 \text{ Wh} / 100 \text{ m}^2 = 177,6 \text{ Wh/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma C_{eq} &= 5 \text{ días} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ W/m}^2) \cdot 0,23] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ W/m}^2) \cdot 0,305] + \\ & 1 \text{ día} \cdot 24 \text{ horas} [(100 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ W/m}^2) \cdot 0] = 8.280 + 2.196 + 0 = 10.476 \text{ Wh} / 100 \text{ m}^2 = 104,76 \text{ Wh/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{FI} &= \Sigma C_{oc} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{il} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{eq} / (7 \cdot 24) = \\ & 392,84 / (7 \cdot 24) + 177,6 / (7 \cdot 24) + 104,76 / (7 \cdot 24) = 2,33 + 1,05 + 0,62 = 4,00 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

Luego, la carga interna media resultante es de 4 W/m², que corresponde a un nivel de carga interna **baja** según la tabla a-Anejo A.

La carga interna media (C_{FI}) calculada para los perfiles tipo para uso terciario establecidos en el *Documento de condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*, se resume el siguiente cuadro:

CFI (W/m ²)	8h			12h			16h			24h		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Ocupación	0,57	1,71	2,86	0,81	2,43	4,05	1,05	3,14	5,24	1,52	4,57	7,62
Equipos	0,43	1,29	2,14	0,61	1,82	3,04	0,79	2,36	3,93	1,14	3,43	5,71
Iluminación*	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
TOTAL	1,17	3,17	5,17	1,58	4,42	7,25	2,00	5,67	9,33	2,83	8,17	13,50

* Se utiliza para la carga de iluminación una potencia media de 4 W/m²

Por tanto, clasificando estos perfiles en niveles de carga interna tendríamos:

Nivel de carga interna								
Baja ($C_{FI} < 6$)	8hB	8hM	8hA	12hB	12hM	16hB	16hM	24hB
Media ($6 \leq C_{FI} < 9$)	12hA	24hM						
Alta ($9 \leq C_{FI} < 12$)	16hA							
Muy alta ($12 \leq C_{FI}$)	24hA							

4.6 Número máximo de horas fuera de consigna:

Una novedad con respecto a anteriores versiones del DB-HE es la incorporación de un límite del número de horas fuera de consigna para que la evaluación de la eficiencia energética de un edificio se considere válida. Este límite se fija en un 4% del tiempo de ocupación (esto supone 350h/año para edificios de ocupación 24h, como el residencial).

La contabilización de las horas fuera de consigna es el resultado de la suma de las horas, durante el periodo de ocupación, en las que el espacio o parte del edificio acondicionado se sitúa fuera del rango de temperaturas de consigna con un margen superior (o inferior) a 1°C. Por ejemplo, un espacio acondicionado que esté fuera de consigna computa igual que varios espacios que estén fuera de consigna al mismo tiempo, ya que lo que se mide es el tiempo, no la superficie.

Esta flexibilidad adicional permite evitar que las condiciones de evaluación reglamentaria condicionen excesivamente las condiciones de diseño, evitando, entre otras cosas, el dimensionado incorrecto de los equipos. Esto puede suceder en ciertos casos, como cuando:

- se utilizan sistemas con una baja velocidad de respuesta frente a los cambios de consigna, como el caso de los emisores por radiación (sean suelos, techos o paneles radiantes);
- las condiciones climáticas o las de diseño de los equipos difieren significativamente de las establecidas para la evaluación reglamentaria;
- las condiciones previstas de uso varían de las reglamentarias, o se valora la oportunidad de usar un modelo de confort adaptativo;
- se utilizan estrategias de diseño bioclimático en las que la inercia térmica del edificio y sus cerramientos pueden usarse de manera efectiva para reducir la demanda.

Este parámetro también resulta útil para detectar sistemas que no permiten alcanzar los niveles de consigna exigidos para la evaluación de la eficiencia energética y que tendrían que, bien ajustar su dimensionado, bien realizar su evaluación empleando sistemas de referencia.

4.7 Estrategias y criterios de intervención en edificación existente.

La casuística y complejidad de la edificación existente es amplísima por lo que la reglamentación, ante la imposibilidad de legislar para cada caso, ha establecido unos criterios de actuación que deben estar siempre presentes:

▪ **Criterio 1: no empeoramiento**

Las prestaciones preexistentes de la edificación no pueden reducirse cuando estén por debajo de los límites establecidos en alguno de los Documentos Básicos (DB y las que sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel establecido en el DB).

▪ **Criterio 2: flexibilidad**

Cuando no se puedan alcanzar los niveles prestacionales exigidos en el DB siempre se buscará llegar al mayor grado de adecuación posible.

Este criterio es especialmente necesario y posibilita contemplar la inmensa casuística existente pero debe estar siempre justificado y documentado y solo puede utilizarse por alguna de las siguientes causas:

- a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto,
- b) cuando la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de "Ahorro de energía",
- c) cuando otras soluciones no sean técnica o económicamente viables,
- d) cuando otras soluciones impliquen cambios sustanciales en elementos de la envolvente térmica o en las instalaciones de generación térmica sobre los que no se fuera a actuar inicialmente.

▪ **Criterio 3: reparación de daños**

Las partes o elementos sobre los que no se va a intervenir pueden conservarse en su estado salvo que presenten daños relacionados con el requisito de Ahorro de energía. En ese caso deberá intervenir sobre ellos para resolver esos daños aunque no se contemplara en el objeto de la intervención inicial.

Las intervenciones en edificación existente, tienen diferentes niveles de exigencia según el tipo y nivel de intervención. El DB-HE establece, de manera global, dos niveles básicos:

- Cuando se trata de intervenciones globales o grandes intervenciones la normativa realiza una asimilación a edificación nueva en cuanto a los indicadores exigibles si bien estos tienen, en general, unos niveles rebajados: K_{lim} , $q_{sol;jul,lim}$, para HE1 y $C_{ep,nren}$, $C_{ep,tot}$ para HE0, aunque para HE4 los niveles de aportación renovable son los mismos.
- Cuando se trata de intervenciones menores y puntuales las exigencias son concretas y exclusivas sobre el elemento en el que se está interviniendo (U_{lim} , Q_{100} , limitación de descompensaciones y condensaciones, rendimientos mínimos de instalaciones). Este será el mínimo por tanto para cualquier intervención.

4.8 HE0 en edificación existente:

La aplicación de los niveles máximos de consumo de energía primaria en intervenciones en edificación existente tiene sentido cuando se interviene en la globalidad del edificio, es decir, tanto en la envolvente térmica como en los sistemas de generación térmica.

Conviene tener en cuenta también que existe una diferenciación entre el nivel de exigencia que se establece para los diferentes usos dentro de estas intervenciones globales:

- para el uso residencial privado los valores límite de consumo para las intervenciones de cambio de uso y reforma en edificación existente son superiores a los de obra nueva y ampliaciones, del orden del doble para $C_{ep,nren}$ y del orden del 25-30% superior para $C_{ep,tot}$
- para el resto de usos (los denominados en general terciario) los niveles de exigencia son los mismos que para obra nueva

Por ello el planteamiento en esta sección se realiza estableciendo el límite que marca la intervención global en cada tipo de intervención:

Tipo de intervención	Límite que establece la globalidad de la intervención	Aplicación de las exigencias ($C_{ep,nren}$ y $C_{ep,tot}$)
Ampliación*	<p>Incremento del 10% de la superficie o volumen construido de la unidad de uso en la que se intervenga.</p> <p>+</p> <p>La superficie útil ampliada debe ser superior a 50m² útiles.**</p> <p>Ejemplo: Incorporación de una terraza (espacio exterior por tanto) de 60m² a una vivienda ático de un bloque cuya superficie útil es de 70m².</p> <p>Se cumplen las dos condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $>10\%$ de la superficie $60m^2 > (0,10 * 70m^2) = 7m^2$ 2) $S_{util} ampliada > 50m^2$ $(60 m^2 * 0,85) = 51m^2_{util} > 50m^2$ 	<p>Exclusivamente a la unidad o unidades de uso ampliada o afectada por el cambio de uso</p> <p>Posibilidad de aplicación del criterio de flexibilidad llegando siempre a soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible</p>
Cambio de uso	<p>La unidad o unidades de uso que sufren el cambio de uso debe ser superior a 50m² útiles</p> <p>Ejemplo: El acondicionamiento de un local de 60m² en la planta baja de un bloque de viviendas que se dejó en bruto originalmente sin un uso previamente definido (el acondicionamiento de locales sin uso previamente definido, en los que no se aumenta el volumen o la superficie construida, se considera un cambio de uso)</p>	
Reforma	<p>Intervención en más del 25% de la envolvente térmica</p> <p>+</p> <p>Intervención en los sistemas de generación térmica**</p> <p>Ejemplo: La intervención en las fachadas principales y cubierta de un bloque residencial entre medianeras que suponen más del 25% de la envolvente térmica en el que se vaya a realizar también la renovación de la caldera colectiva</p>	<p>Al conjunto del edificio</p> <p>Posibilidad de aplicación del criterio de flexibilidad llegando siempre a soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible</p>

* Los valores de consumos de energía primaria son los mismos que para obra nueva mientras que en el resto de intervenciones (cambio de uso y reformas) los niveles son superiores (se valora de esta manera la dificultad de alcanzar niveles de ECCN en este tipo de intervenciones)

** Deben darse ambas condiciones simultáneamente

1 Aspectos generales**2 Esquema de aplicación****3 Cumplimiento****4 Conceptos de interés****4.1. La demanda como indicador reglamentario****4.2. Envolvente térmica: Trazado, Características y Diseño****4.3. ¿Cómo se realiza el cálculo simplificado de la K?****4.4. El control solar****4.5. Ventilación e infiltraciones****4.6. Limitación de las descompensaciones****4.7. Estrategias de diseño bioclimático****4.8. HE1 en edificación existente****4.9. Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica****HE1****CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA****1. ASPECTOS GENERALES**

El HE1 obliga a diseñar y construir un edificio de manera que demande poca energía para alcanzar las condiciones de confort, de acuerdo a su uso y a las condiciones climáticas del entorno.

Para alcanzar este objetivo es clave la fase de diseño, cuidando aspectos como la compacidad y orientación del edificio, la proporción y protección solar de los huecos, etc.

Una novedad importante en esta sección es la desaparición de la demanda energética como indicador explícito, aunque esto no reduce su importancia para el diseño dado que mantener una demanda energética reducida es una condición necesaria para poder cumplir los requisitos de consumo. Además, las condiciones exigidas en esta sección en combinación con el indicador de consumo de energía primaria total, implican un nivel de exigencia en demanda superior al de las versiones anteriores del documento.

Esta sección es de aplicación general a edificios nuevos y existentes.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

HE1

NUEVO		EXISTENTE			
Todos los casos excepto:	•Construcciones provisionales (<2 años) •Edificios Industriales, de defensa o agrícolas con baja demanda energética •Edificios aislados $S_{util}<50\text{ m}^2$	Ampliación	Cambio de uso	Reforma > 25% envolvente	Reforma < 25% envolvente
		Excepto edificios protegidos			
		CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA			
		AISLAMIENTO TÉRMICO			
U_{lim}	Tabla 3.1.1.a - HE1 - Aplica a cada elemento de la envolvente térmica			Aplica a 1* y 2*	
K_{lim}	Tabla 3.1.1.b - HE1 (Residencial privado) Tabla 3.1.1.c - HE1 (Otros usos)			Tabla 3.1.1.b - HE1 (Residencial privado) Tabla 3.1.1.c - HE1 (Otros usos)	
ALTERNATIVA DE CUMPLIMIENTO CON D_{cal} Y $D_{ref} < 15\text{ kWh/m}^2$ CADA UNA					
CONTROL SOLAR					
$q_{sol;jul}$	Tabla 3.1.2 - HE1				
PERMEABILIDAD AL AIRE					
Q_{100}	Tabla 3.1.3.a - HE1			Aplica a 1* y 2*	
n_{50}	Tabla 3.1.3.b - HE1 SOLO RESIDENCIAL, con $S_{util} > 120\text{m}^2$				
LIMITACIÓN DE DESCOMPENSACIONES ENTRE UNIDADES DE USO					
U_{lim}	Tabla 3.2 - HE1 Particiones interiores			Aplica a 1* y 2*	
LIMITACIÓN DE LAS CONDENSACIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA					

1*: Elementos que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente

2*: Elementos que vean modificadas sus condiciones exteriores o interiores como resultado de la intervención suponiendo un incremento de las necesidades energéticas del edificio

1*: Elementos que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente

2*: Elementos que vean modificadas sus condiciones exteriores o interiores como resultado de la intervención suponiendo un incremento de las necesidades energéticas del edificio

Fig.9. Esquema de aplicación del HE1

3. CUMPLIMIENTO

Los edificios deben disponer de una envolvente térmica que limite sus necesidades de energía primaria en función de la zona climática, su uso y su compacidad.

Para el cumplimiento de esta sección es necesario comprobar cinco aspectos:

1. La transmitancia global de la envolvente térmica (K) y transmitancias por elementos (U_{lim})
2. El control solar de la envolvente térmica ($q_{sol;jul}$)
3. La permeabilidad al aire de la envolvente térmica (Q_{100} y n_{50})
4. Limitar las descompensaciones entre unidades de uso (U_{lim} particiones interiores)
5. El control de las condensaciones.

3.1 Transmitancia global de la envolvente térmica (K)

Integra las características de los elementos que configuran la envolvente térmica, su proporción, así como el cuidado de los puentes térmicos con el objetivo de asegurar la eficiencia de la envolvente térmica en relación a la transmisión de calor, teniendo en cuenta el volumen habitable protegido y su superficie de intercambio térmico con el exterior.

Tabla 3.1.1.b - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso residencial privado

	Compacidad		Zona climática de invierno				
	V/A [m³/m²]	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso.	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado

	Compacidad		Zona climática de invierno				
	V/A [m³/m²]	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos.							
Ampliaciones.	$V/A \leq 1$	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
Cambios de uso.							
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las *unidades de uso* con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

La transmitancia global de la envolvente térmica (K) responde por tanto a la globalidad del edificio, pero se construye a partir de la individualidad de cada elemento que a su vez debe cumplir con unas transmitancias térmicas límite (U_{lim}) establecidas en la tabla 3.1.1.a-HE1.

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,
 U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

Estas transmitancias límite aseguran una calidad mínima de la envolvente y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, el cumplimiento individual de los elementos no garantiza el cumplimiento global del edificio, limitado por la transmitancia global de la envolvente térmica (K). En el apartado 4.3 de esta sección se recoge un ejemplo de cálculo de la K .

Puede justificarse el cumplimiento de la exigencia establecida para la transmitancia térmica global K de forma alternativa cuando tanto la demanda energética de calefacción como la demanda energética de refrigeración sean inferiores, ambas, a 15 kWh/m².

Conviene aclarar que esta alternativa al cumplimiento de la K no implica que puedan superarse las U_{lim} de los elementos pertenecientes a la envolvente térmica, salvo cuando se trate de soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética (vernáculos adosados, muros Trombe, etc...). En construcciones estándar y en los casos de reforma, los valores de U_{lim} tendrán flexibilidad de cumplimiento cuando el valor de K obtenido considerando la U final de los elementos no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 (ver explicación y ejemplo de cálculo desarrollado en el apartado 4.3 *¿Cómo se realiza el cálculo simplificado de la K ?* de esta sección).

3.2 Control solar ($q_{sol,jul}$)

Este parámetro mide la radiación solar total que penetra en el edificio durante el mes de julio con las protecciones solares móviles activas de las que disponga el edificio, es decir, la ganancia solar total por metro cuadrado durante el mes de julio con las protecciones solares móviles activas.

El objetivo de este parámetro es asegurar la capacidad de control efectivo de las ganancias solares en verano, limitando el impacto de la radiación solar en la superficie acondicionada.

Para ello, se mide la capacidad del edificio de protegerse de la radiación solar excesiva que evite el sobrecalentamiento en época de refrigeración. El cálculo de este parámetro se realiza con los dispositivos de sombra móviles activados además de contar con el efecto de los elementos de sombra fijos.

La limitación reglamentaria de este parámetro se realiza en función del uso:

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,

$Q_{sol,jul,lim}$ [kWh/m ² ·mes]	
Uso	$Q_{sol,jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

3.3 Permeabilidad de la envolvente térmica (n_{50})

El control de la permeabilidad de la envolvente del edificio es otro de los parámetros novedosos que se regulan en el HE1 para controlar la calidad mínima de la envolvente del edificio.

La permeabilidad es el volumen de aire que se filtra a través de los cerramientos cuando hay una determinada diferencia de presión entre el exterior y el interior.

Se establece la obligatoriedad de que las soluciones constructivas y las condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica aseguren una adecuada estanqueidad al aire, cuidando particularmente los encuentros entre huecos y opacos, los puntos de acceso a través de la envolvente térmica (pasos de instalaciones, puertas, etc...) y las puertas de paso a espacios no acondicionados.

De manera específica se establecen dos parámetros de cumplimiento:

- La permeabilidad al aire de los huecos (Q_{100}), que afecta a todos los huecos en edificación nueva y a los elementos sobre los que se intervenga en edificación existente:

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica,

	$Q_{100,lim}$ [m ³ /h·m ²]					
	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$) [*]	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9

^{*} La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100} .

Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤ 27 m³/h·m²) y clase 3 (≤ 9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.

La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

- La permeabilidad al aire de toda la envolvente térmica (n_{50}) que es exigible solo a la edificación residencial privada nueva con una superficie útil total superior a 120m²

Tabla 3.1.3.b-HE1 Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa,

n_{50} [h ⁻¹]	
Compacidad V/A [m ³ /m ²]	n_{50}
$V/A \leq 2$	6
$V/A \geq 4$	3

Los valores límite de las compacidades intermedias ($2 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

El cálculo de estos valores de compacidad se realiza de una manera diferente al del cálculo para el valor límite de K, tal y como se comenta en el apartado 4.5 de esta guía, puesto que el volumen considerado es del aire interior del edificio y solo se tienen en cuenta las superficies en contacto con el aire exterior.

El n_{50} puede calcularse de dos maneras:

- a través de ensayos de puerta soplante realizados según el método B de la norma UNE-EN ISO 13829:2002 *Determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador* (teniendo en cuenta que esta norma se actualizará en la próxima revisión del DB-HE a la UNE-EN ISO 9972:2019)
- de manera simplificada a través de la fórmula establecida en el Anejo H del DB-HE

3.4 Limitación de descompensaciones

El HE1 busca también limitar el efecto de situaciones de pérdidas de calor entre diferentes unidades de uso con la siguiente tabla de transmitancias mínimas para particiones interiores:

Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m²K]

Tipo de elemento		Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

3.5 Limitación de condensaciones

Por último es necesario garantizar la permanencia en el tiempo de las capacidades aislantes de los materiales y por ello es de vital importancia evitar la producción de condensaciones intersticiales que puedan producir estas mermas, por tanto lo que establece el HE1 es que las condensaciones intersticiales que pudieran llegar a producirse a lo largo de un año nunca puedan superar la cantidad de evaporación posible en ese mismo periodo, es decir, el valor calculado o medido de la evaporación anual debe ser superior a la condensación.

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 La demanda como indicador reglamentario

Una de las novedades de esta revisión del DB-HE es la eliminación de la demanda como indicador sujeto a una limitación explícita y la introducción del indicador de consumo de energía primaria total. Las principales razones para ello pueden resumirse en:

- La demanda, establecida aisladamente para los servicios de calefacción y refrigeración, no considera la interacción entre los distintos servicios ni su peso relativo en la eficiencia energética del edificio. Por ejemplo, hoy por hoy, como consecuencia de la menor transmitancia de la envolvente térmica, el servicio de ACS supone, en uso residencial, más del 30% de las necesidades energéticas evaluables del edificio, muy por encima de las necesidades de refrigeración.
- La demanda aglutina indistintamente tanto aspectos relacionados con la calidad de la envolvente térmica como otros relacionados con la ventilación del edificio. Esto supone que la limitación de la demanda no garantice unos niveles adecuados de ambos aspectos y que, en el caso de los sistemas de ventilación, recoja solamente una reducción de las necesidades pero no el coste energético que implican (consumo de ventiladores e impacto de los recuperadores de calor).

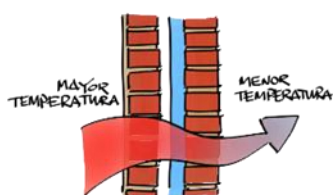
Por otro lado, las normas de cálculo normalizado del consumo de energía primaria indican que hay que contabilizar la energía del medio ambiente que los sistemas introducen en el edificio, lo cual tiene un gran efecto a la hora de evaluar tanto bombas de calor como paneles solares térmicos y fotovoltaicos.

Así, un indicador de consumo de energía primaria total recoge las necesidades totales de energía del edificio e impone la necesidad de cuidar la demanda energética al mismo tiempo que cuida la eficiencia en el modo en el que se satisface dicha demanda mediante el uso de sistemas y la aportación de energía renovable.

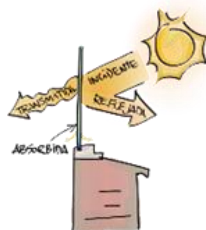
La demanda, por tanto, sigue siendo un elemento muy importante para la evaluación de la eficiencia energética del edificio y una herramienta útil y necesaria para el diseño, pero en la nueva reglamentación se han separado sus dos principales características:

- 1) Las necesidades de energía del edificio, representadas por el Consumo de Energía Primaria Total ($C_{ep,tot}$)
- 2) La calidad de la envolvente, evaluada a través de tres nuevos parámetros que responden a las tres formas de transmisión de la energía por lo que el conjunto de las tres es lo que posibilita un control pasivo de las necesidades y por tanto una calidad mínima:

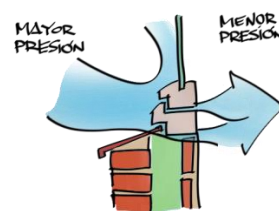
Conducción
Transmitancia térmica global
 K



Radiación
Control solar
 $q_{sol,jul}$



Convección
Permeabilidad del edificio
 n_{50}



Por tanto, el hecho de que no exista un indicador de demanda no supone que no sea un factor determinante para la eficiencia energética de los edificios y que no tenga, incluso, mayor peso que los sistemas en dicha eficiencia.

Como se ha comentado anteriormente el consumo de los edificios es una relación entre las necesidades energéticas de los edificios y el rendimiento de los sistemas utilizados para satisfacer dichas necesidades. Un correcto diseño de los edificios va a posibilitar una reducción de la demanda del mismo por lo que es la primera estrategia y probablemente la más poderosa de la que disponen las y los arquitectos.

Al no ser siempre posible un diseño óptimo debido a diferentes condicionantes (planeamiento urbanístico, sombreamientos externos, orientaciones deficitarias, etc...) la normativa debe garantizar unas condiciones mínimas para controlar la demanda energética del edificio con el objetivo precisamente de evitar que la eficiencia energética pudiera llegar a depender exclusivamente de la eficiencia de los sistemas.

4.2 Envoltente térmica

4.2.1 Trazado

El DB-HE exige la definición concreta de la envoltente térmica que determinará la superficie de referencia para el cálculo de los indicadores de consumo de energía primaria.

Como en otros estándares de cálculo, la envoltente térmica debe cumplir la regla de la continuidad, tanto en planta como en sección, de manera que encierre el volumen objeto de análisis. Un mismo edificio puede, por tanto, tener diferentes definiciones de su envoltente térmica. La definición concreta quedará al criterio del/la proyectista, pero siempre debe cumplir, salvo por las excepciones estipuladas, la condición de incluir todos los espacios habitables del edificio.

Tal y como establece el Anejo C del DB-HE 2019 el/la proyectista tiene margen para decidir:

- incorporar espacios no habitables
- excluir espacios habitables que:
 - vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio (como escaleras, pasillos, etc.)
 - estén muy ventilados, con una ventilación de al menos 10 l/s por m² de área útil de dicho espacio (cocinas de restaurantes por ejemplo)
 - espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos 0,003m² por m² de área útil de dicho espacio (posibles escaleras, etc...)

De esta manera pueden incorporarse a la envoltente térmica por ejemplo un local de instalaciones o un garaje en una vivienda unifamiliar o plurifamiliar, o plantas bajo cubierta de trasteros, en caso de que resulte más interesante por cuestiones constructivas o de otra índole.

Si bien estas opciones quedan habilitadas a criterio del proyectista, hay que mencionar que, la inclusión de espacios no habitables en la envoltente, no suponen su contabilización en la superficie de referencia para el cálculo de los indicadores de consumo, en donde solo se tienen en cuenta la suma de las superficies útiles de los espacios habitables incluidos dentro de la envoltente térmica. De esta manera se evita la introducción de espacios con menores cargas térmicas que desvirtuarían los valores de consumo del edificio.

Ejemplo de posibilidad de definición de envoltente térmica

En el habitual caso de locales comerciales que se proyectan (en un principio sin uso definido) en la planta baja de un edificio residencial en bloque, las posibilidades de definición del proyecto y justificación de las exigencias del HE1 tendrían al menos las 2 siguientes posibilidades:

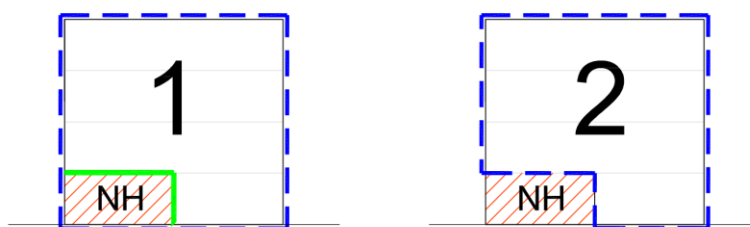


Fig.10. Posibles definiciones de envoltente térmica dibujada mediante línea discontinua

- **CASO 1- Local no habitable considerado dentro de la envoltente térmica:**
La envoltente térmica del edificio discurre por la fachada de todo el edificio incluyendo la correspondiente al local comercial, si bien el cumplimiento de la K debe atenerse al

correspondiente al uso residencial privado (tabla 3.1.1.b-HE1). Todos los elementos de la envolvente térmica deben cumplir las transmitancias límite de la tabla 3.1.1.a-HE1.

La divisoria entre local comercial y uso residencial debe cumplir la exigencia de limitación de descompensaciones entre unidades de distinto uso (tabla 3.2-HE1).

De acuerdo con el apartado 4.6 de la sección HE0, la superficie útil considerada para la limitación del consumo de energía primaria excluye la del local, al tratarse de un espacio no habitable.

En el caso de que el local fuera habitable la limitación del consumo de energía primaria se realiza de manera independiente para cada uno de los usos diferenciados (residencial privado por un lado y no residencial privado por otro) con sus respectivas superficies útiles para el cálculo.

▪ **CASO 2- Local no habitable considerado fuera de la envolvente térmica:**

La envolvente térmica pasa por la divisoria entre local comercial y edificio residencial por lo que tanto el forjado interior como la tabiquería interior deben cumplir con las transmitancias límite de la tabla 3.1.1.a-HE1. Sin embargo, no tienen obligación de considerarse en el cálculo simplificado de la K puesto que esta no tiene en cuenta los elementos en contacto con otros edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

La superficie útil considerada para la limitación del consumo de energía primaria solo considerará los espacios residenciales sin incluir la del local, puesto que este no forma parte de la envolvente térmica (y tampoco es un espacio habitable).

4.2.2. Características

La envolvente térmica del edificio, o parte del mismo, debe cumplir unas condiciones mínimas, tal y como se ha comentado antes, que en cuanto al fenómeno de la conducción se resumen en:

- el cumplimiento de unos valores límite mínimos de transmitancia térmica de cada elemento constructivo independiente (U_{lim}), y
- el cumplimiento de un valor de transmitancia global (K).

La tabla 3.1.1.a-HE1 de valores límite de transmitancia térmica es aplicable tanto a edificios nuevos como a edificios existentes siendo el nivel mínimo exigible para las intervenciones en edificación existente que no afecten a más del 25% de la envolvente térmica. Una de las finalidades de estas transmitancias límite es permitir una rehabilitación progresiva del edificio paso a paso sin que se realice una intervención integral del mismo.

No obstante, la tabla a del Anejo E da los valores orientativos de transmitancia térmica que se aconseja que tengan los elementos constructivos individuales de edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a más del 25% de la envolvente para poder llegar al cumplimiento de la K.

Con esta síntesis, de manera orientativa, podemos plantear las diferentes tablas de U con su correspondencia en cm de aislamiento térmico en base a las soluciones constructivas estándar siguientes (de ext. a int.) tanto para edificios existentes como para edificios nuevos.

Soluciones constructivas estándar:

MUROS	CUBIERTAS	SUELOS
Mortero cemento	Plaqueta cerámica	Plaqueta cerámica
Ladrillo perforado	Mortero cemento	Mortero cemento
Aislante ($\lambda=0.032 \text{ W/m}^2$)	Aislante ($\lambda=0.032 \text{ W/m}^2$)	Aislante ($\lambda=0.032 \text{ W/m}^2$)
Ladrillo hueco doble	Hormigón áridos ligeros	Solera hormigón armado
Enlucido de yeso	Forjado cerámico	

Tabla para intervenciones en edificación existente:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
cm de aislamiento	2,5	3	4	5	6,5	7
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
cm de aislamiento	5	5,5	6,5	7	8	8,5
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_t) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
cm de aislamiento	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
composición de cristal y carpintería metálica, sin cajón de persiana	4/16/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/20/6 RPT	BE4/20/6 RPT
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

*Los huecos con uso de escaparate en *unidades de uso* con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

Tabla orientativa para edificación nueva o intervenciones en la globalidad del edificio:

Tabla a – Anejo E Transmitancia térmica del elemento orientativa para cumplimiento de la K, U [W/m^2K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
cm de aislamiento	4	5	7	9,5	10,5	12,5
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
cm de aislamiento	5,5	6	8,5	13	13,5	16
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_t) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
cm de aislamiento	2	2	3	5	5	5
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5
composición de cristal y carpintería metálica, sin cajón de persiana	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/10/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/12Ar/BE4/14Ar/6 RPT	RPT

Comparativa de espesor de aislamientos entre Tabla 3.1.1.a-HE1 y Tabla a-Anejo E [cm]:

Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a-HE1) [cm]	2.5	3	4	5	6.5	7
Edificios nuevos (Tabla a-Anejo E_orientativa) [cm]	4	5	7	9.5	10.5	12.5

Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a-HE1) [cm]	5	5.5	6.5	7	8	8.5
Edificios nuevos (Tabla a-Anejo E_orientativa) [cm]	5.5	6	8.5	13	13.5	16

Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a-HE1) [cm]	1.5	2	2.5	2.5	3	3.5
Edificios nuevos (Tabla a-Anejo E_orientativa) [cm]	2	2	3	5	5	5

Comparativa de soluciones de huecos entre Tabla 3.1.1.a-HE1 y Tabla a-Anejo E [cm]:

Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a-HE1)	4/16/6	BE4/8/6	BE4/8/6	BE4/10/6	BE4/20/6	BE4/20/6
	SinRPT	SinRPT	RPT	RPT	RPT	RPT
Edificios nuevos (Tabla a-Anejo E_orientativa)	BE4/8/6	BE4/8/6	BE4/10/6	BE4/10/6	BE4/12Ar/6	BE4/14Ar/6
	SinRPT	SinRPT	RPT	RPT	RPT	RPT

4.2.3. Diseño

Resulta imprescindible comentar la vital importancia del correcto tratamiento de los puentes térmicos para conseguir alcanzar los niveles de K, ya que se incluyen en su cálculo.

El documento DA DB-HE/3 Puentes térmicos, recoge un atlas de puentes térmicos con su caracterización en función de la solución constructiva adoptada.

A modo de sinopsis orientativa se puede utilizar la siguiente tabla de valores de referencia* :

Clasificación del puente térmico según la solución constructiva del aislamiento		Ψ_i [W/mK]	Valoración del puente térmico
Grupo 1:	Continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0.01- 0.2	CORRECTO
Grupo 2:	Sin continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0.2 – 0.5	PELIGROSO
Grupo 3:	Sin aislamiento o con separación por grandes masas macizas	> 0.5	DEFICIENTE

*Esta tabla es una reducción muy genérica que agrupa todas las diferentes tipologías de puentes térmicos por lo que no permite una precisión técnica correcta, no obstante, sí puede servir de rango orientativo para predimensionados.

4.3 ¿Cómo se realiza el cálculo simplificado de la K?

Como se ha analizado previamente, la K representa un nivel general de aislamiento, con el que se busca que el nivel global del aislamiento de los cerramientos sea aceptable. El nivel de aislamiento es un dato fundamental a la hora de determinar la demanda energética de los edificios, sobre todo en el régimen de invierno. Al ser una de las medidas pasivas más importantes también tiene un efecto directo en la mitigación de la pobreza energética, situaciones en las que las familias que habitan los edificios no tienen capacidad económica para mantener la vivienda en situación de confort térmico mediante los sistemas de climatización.

La K no supone una evaluación de la demanda, es, más bien, una ayuda al diseño que permite un predimensionado de elementos sin necesidad de realizar una simulación energética horaria completa en una primera fase.

La definición del Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente es el valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (A_{int}).

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [\sum_x A_{x,i} \cdot U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \cdot \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} \cdot A_{x,i}$$

donde:

- H_x es el coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno y con el ambiente exterior -incluyendo los puentes térmico- y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u espacios adyacentes). Vendría a ser el total de la transmitancia de la envolvente térmica.
- A_{int} es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor.
- $b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1 excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica, donde toma el valor 0;
- $A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la envolvente térmica considerado;
- $U_{x,i}$ es el valor de la transmitancia térmica del elemento de la envolvente térmica considerado incluyendo las resistencias superficiales con el aire (la transmitancia térmica aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye también el efecto del terreno)
- $l_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado;
- $\psi_{x,k}$ es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado;
- $x_{x,j}$ es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

Debe notarse que, aunque pudiera interpretarse este parámetro como el antiguo K_G de la NBE CT-79, en este caso, el coeficiente de transferencia de calor recoge todos los elementos pertenecientes a la envolvente, incluyendo específicamente los puentes térmicos con la relevancia que tienen hoy en día. Así mismo hay que remarcar que este parámetro es una aproximación simplificada puesto que se incluyen los elementos en contacto con el terreno y con el ambiente exterior y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

Es importante destacar que este nuevo parámetro está baremado en función de la compacidad del edificio de manera que resulta más exigente cuanto menor es la compacidad del edificio puesto que resulta más vulnerable al tener más superficie de intercambio térmico (a menor valor de V/A , menor valor de K).

Ejemplo de cálculo del coeficiente global de transmisión de calor (K)

Edificio de uso residencial privado, en Madrid (zona D3), en formato de bloque aislado de 20x20m que dispone de 4 plantas de viviendas, una planta de trasteros y una planta de garaje, todas ellas sobre rasante y de 3 metros de altura cada una, y una superficie total de huecos de aproximadamente un 25% en cada fachada con un total de 240m²

Podrían realizarse al menos las siguientes posibles definiciones de envolvente térmica:

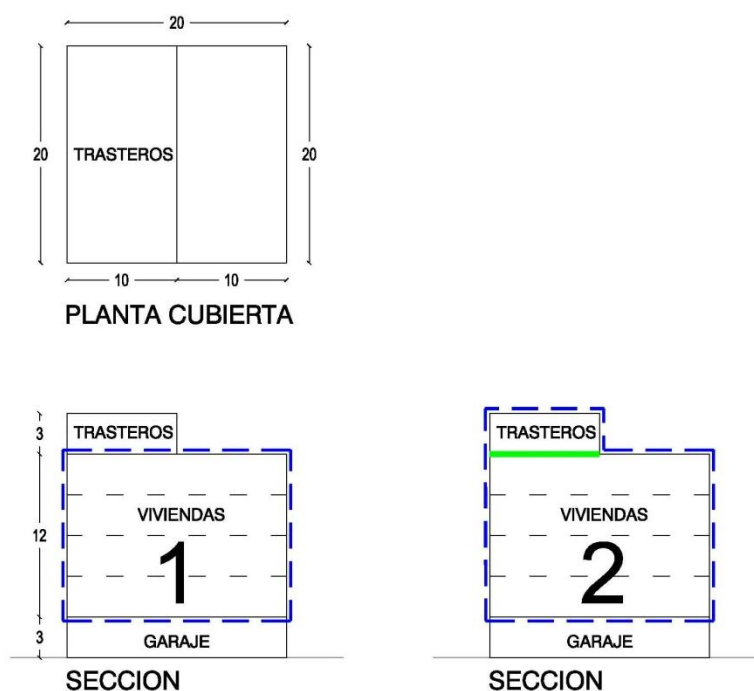


Fig.11. Posibles definiciones de envolvente térmica dibujada mediante línea discontinua

Tomando como valores de transmitancia ($U_{x,i}$) de los diferentes elementos y como valores de transmitancia térmica lineal (ψ_k) de los diferentes puentes térmicos los señalados en la tabla siguiente:

Transmitancia térmica (W/m ² K)		Transmitancia térmica lineal (W/mK)	
U_M	0,27	ψ_M	0,1
U_C	0,22	ψ_C	0,24
U_{NH}	0,48	ψ_S	0,28
U_H	1,6	ψ_H	0,05

▪ CASO 1: La envolvente térmica solo engloba las plantas de viviendas. (V/A=4,13)

Todas las superficies tienen un factor de ajuste ($b_{tr,x}$) de 1, excepto el elemento horizontal de separación de las viviendas con el garaje y el elemento horizontal de separación de viviendas con trasteros, por lo que:

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

SUPERFICIES	A	U	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 12 \times 4) - 240 = 720$	0,27	1	194,4
PARTICIÓN CON TRASTEROS	$20 \times 10 = 200$	0,48	0	0
CUBIERTA	$20 \times 10 = 200$	0,22	1	44
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 20 = 400$	0,48	0	0
HUECOS	240	1,6	1	384
$b_{tr,x} * \sum_i A_{x,i} U_{x,i}$				622,4

PUENTES TÉRMICOS	I	ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 4 \times 3) = 240$	0,1	1	24
CUBIERTA	$20 + 10 + 10 = 40$	0,24	1	9,6
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 4 = 80$	0,28	1	22,4
HUECOS	$(240 \times 2) + 2 = 482$	0,05	1	24,1
$b_{tr,x} * \sum_k l_k \psi_k$				80,1

AREA INTERCAMBIO E.T.	A	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 12 \times 4) = 960$	1	960
CUBIERTA	$20 \times 10 = 200$	1	200
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 20 = 400$	0	0
PARTICIÓN CON TRASTEROS	$20 \times 10 = 200$	0	0
$\sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$			1160

$$K = (622,4 + 80,1) / 1160 = 0,60$$

$$K_{lim}(V/A \geq 4) = 0,67$$

$$0,60 < 0,67 \text{ CUMPLE K}$$

En este caso hay que tener en cuenta que la superficie útil para el cálculo de los indicadores de consumo es de 1600 m².

▪ CASO 2: La envolvente térmica engloba las viviendas y los trasteros. (V/A=3,50)

Todas las superficies tienen un factor de ajuste ($b_{tr,x}$) de 1 menos el elemento horizontal de separación de las viviendas con el garaje, por lo que:

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

SUPERFICIES	A	U	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 12 \times 4) - 240 = 720$	0,27	1	194,4
FACHADAS TRASTEROS	$(20 + 20 + 20) \times 3 = 180$	0,27	1	48,6
CUBIERTA	$20 \times 20 = 400$	0,22	1	88
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 20 = 400$	0,48	0	0
HUECOS	240	1,6	1	384
$b_{tr,x} * \sum_i A_{x,i} U_{x,i}$				715

PUENTES TÉRMICOS	I	ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 4 \times 3) + (20 + 10 + 10) = 280$	0,1	1	28
CUBIERTA	$20 \times 5 = 100$	0,24	1	24
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 4 = 80$	0,28	1	22,4
HUECOS	$(240 \times 2) + 2 = 482$	0,05	1	24,1
$b_{tr,x} * \sum_k l_k \psi_k$				98,5

AREA INTERCAMBIO E.T.	A	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	$(20 \times 12 \times 4) =$ 960	1	960
FACHADAS TRASTEROS	$(20+20+20) \times 3 =$ 180	1	180
CUBIERTA	$20 \times 20 =$ 400	1	400
PARTICIÓN CON GARAJE	$20 \times 20 =$ 400	0	0
$\Sigma_i \Sigma_l b_{tr,x} A_{x,l}$			1540

$$K = (715 + 98,5) / 1540 = 0,53$$

$$K_{lim}(V/A=3,5) = 0,64$$

$$0,53 < 0,64 \quad \text{CUMPLE K}$$

En este caso la superficie útil para el cálculo de los indicadores de consumo es también de 1600 m² ya que aunque los trasteros se incluyan dentro de la envolvente térmica el cómputo de la superficie útil es exclusivamente de los espacios habitables que se encuentren dentro de la misma.

Igualmente, hay que tener en cuenta que el elemento horizontal que separa las viviendas de los trasteros no debe superar los valores máximos de transmitancia de la tabla 3.2-HE1, de limitación de descompensaciones entre unidades de diferente uso.

En el caso de intervenciones de reforma en edificación existente, el apartado 3.1.1.2 del HE1 establece que se podrán superar los valores de U_{lim} de la tabla 3.1.1.a-HE1 cuando el Coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.

A este respecto cabe aclarar que:

- El objetivo de la flexibilidad en las U_{lim} de elementos sobre los que se actúa en obras de reforma es permitir compensar el aumento de transmisión en algunos de ellos con una reducción equivalente de la transmisión en otros.
- De ese modo, si se calcula una K_{ref} , de referencia, en la que las U de los elementos sobre los que se interviene son las U límite máximas de la tabla y otra K_{final} de comparación en la que, respecto a esta, sólo se cambian las U de los elementos sobre los que se interviene, la K_{final} debe ser igual o inferior a la K_{ref} . Dado que la suma de superficies y las $A \cdot U$ de los elementos en los que no se interviene permanecen constantes, esto, de forma simplificada, supone que la suma de $A \cdot U$ de los elementos sobre los que se actúa es inferior o igual a la suma de $A \cdot U_{ref}$ (es una simplificación porque cabría actuar sobre los puentes térmicos).
- Esta condición no obsta para que, si se estuviese en el caso de una intervención de más del 25%, además se tenga que cumplir que esa K_{ref} sea inferior a la K_{lim} de las tablas 3.1.1.b-HE1 y 3.1.1.c-HE1.

Ejemplo de cálculo del coeficiente global de transmisión de calor K_{ref} frente a K_{final} en intervenciones de reforma sobre edificación existente

Edificio de uso residencial privado, entre medianeras, en Barcelona (C2). Consta de 3 plantas, cada una de 10 x 5 m y dos fachadas de 5 x 9 m. En ambas fachadas se localizan huecos de 1,2 x 2 m en cada una de las plantas. Se plantea una intervención puntual de mejora en la que se va a aislar la cubierta a la vez que se renueva la impermeabilización de la misma y se sustituyen los huecos por otros mejorados pero que no alcanzan los valores de U_H por condicionantes constructivos o patrimoniales.

De esa manera tenemos la siguiente tabla resumen de características constructivas aproximadas y de superficies:

	Transmitancia térmica edificio existente	Transmitancia térmica límite U_{lim}	Transmitancia térmica final U_{final}
U_M (W/m ² K)	1,13	0,49	1,13
U_C (W/m ² K)	1,80	0,40	0,28
U_T (W/m ² K)	1,00	0,65	1,00
U_{MD} (W/m ² K)	1,00	0,65	1,00
U_H (W/m ² K)	5,70	2,10	2,30
Ψ_{global} (W/mK)	0,5	-	0,5

	Desglose	Area
Fachada (m ²)	$[(5*9)*2] - A_H$	75,60
Cubierta (m ²)	$5*10$	50
Solera (m ²)	$5*10$	50
Medianeras (m ²)	$(10*9)*2$	180
Huecos (m ²)	$(1,2*2)*6$	14,40
Puentes térmicos	aproximado	100 (ml)

AREA ENVOLVENTE TERMICA	$75,60 + 50 + 50 + 180 + 14,40 =$	370
AREA DE INTERCAMBIO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	$(75,60*1) + (50*1) + (50*1) + (180*0) + (14,40*1) =$	190
AREA AFECTADA POR LA INTERVENCIÓN	$50 + 14,40 =$	64,40
25% ENVOLVENTE TÉRMICA	$370*0,25 =$	92,50
INTERVENCIÓN INFERIOR AL 25%	$64,40 < 92,50$	

El cálculo de la K sería, simplificado sin evaluar la mejora de los puentes térmicos, el siguiente:

CALCULO K_{REF}

SUPERFICIES	A o L	U o Ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	75,60	1,13	1	85,42
CUBIERTA	50	0,40	1	20
SOLERA	50	1,00	1	50
MEDIANERAS	180	1,00	0	0
HUECOS	14,40	2,10	1	30,24
PUNTES TÉRMICOS	100	0,5	1	50
$b_{tr,x} * [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_k \psi_k]$				235,66
$K = \sum_x b_{tr,x} * [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_k \psi_k] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$				1,24

CALCULO K_{FINAL}

SUPERFICIES	A o L	U o Ψ	$b_{tr,x}$	TOTAL
FACHADAS	75,60	1,13	1	85,42
CUBIERTA	50	0,28	1	14
SOLERA	50	1,00	1	50
MEDIANERAS	180	1,00	0	0
HUECOS	14,40	2,30	1	33,12
PUNTES TÉRMICOS	100	0,5	1	50
$b_{tr,x} * [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_k \psi_k]$				232,54
$K = \sum_x b_{tr,x} * [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_k \psi_k] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$				1,22

$K_{FINAL} (1,22) < K_{REF} (1,24)$ CUMPLE

4.4 El control solar

Uno de los aportes energéticos fundamentales a los edificios, y más en nuestro clima, es el de la radiación solar. Esta energía supone una reducción de la demanda en invierno y un aumento de la carga en verano. Por ello son importantes las estrategias de diseño que permitan este aporte en invierno pero que lo reduzcan en verano.

Las dos estrategias más importantes son las protecciones solares fijas, que aprovecha la variación de la trayectoria solar en función de la estación, y las protecciones solares móviles, que permiten al usuario variar la entrada de radiación solar.

En ambos casos la radiación que incidiría sobre el hueco se ve minorada por un factor, que representa la sombra que arroja la protección sobre la ventana.

Para las protecciones solares fijas este factor se obtiene calculando el porcentaje de rayos solares que la protección bloquea antes de alcanzar la ventana. Este factor también debe tener en cuenta la opacidad del material.

En el caso de las protecciones solares móviles también es necesario conocer cuando están activadas. Es oportuno, en este sentido, establecer unos horarios o unas reglas de funcionamiento que permitan establecer un modelo determinista. No parece descabellado que la activación de estas protecciones solares se produzca en función de la radiación incidente, a más potencia de radiación es más probable que el usuario proteja la ventana del sol.

La norma ISO 52016-1:2017 hace la siguiente distinción entre protecciones operadas por los usuarios o por sistemas automáticos de la siguiente manera:

Control level	Rules
0 Manual operation	Closed: if solar irradiance > 300 W/m ² Open: if solar irradiance < 300 W/m ²
1 Motorized operation with manual control	Same
2 Motorized operation with automatic control	Closed: if solar irradiance > 200 W/m ² Open: if solar irradiance < 200 W/m ² and ≥ 2 hours passed since closing
3 Combined light/blind/HVAC control	Same

Tabla B.24 UNE-EN ISO 52016-1:2017: Rules for operation of solar shading devices

El término “control solar” puede hacer referencia a:

1. El parámetro reglamentario $q_{sol;jul}$ que refleja mediante un valor numérico la capacidad del edificio para protegerse de la radiación solar,
2. Las diferentes estrategias orientadas a reducir las ganancias solares de un edificio.

El valor numérico del control solar ($q_{sol;jul}$) se determina calculando el valor de la energía que penetra en el edificio a través de los huecos de la envolvente térmica durante el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas dividido por la superficie útil de los espacios habitables incluidos en la envolvente térmica. Se trata de un cálculo estático y determinado para ese momento puntual, despreciando la energía reirradiada a cielo.

Se calcula mediante la fórmula:

$$q_{sol;jul} = Q_{sol;jul} / A_{util}$$

$$q_{sol;jul} = (F_{sh;obs} \cdot g_{gl;sh;wi} \cdot (1 - F_F) \cdot A_w \cdot H_{sol;jul}) / A_{util}$$

cuyos parámetros pueden calcularse fácilmente a través de las tablas incorporadas en los apartados 2.2.2 ($g_{gl;sh,wi}$), 2.2.4 ($F_{sh;obs}$) y 2.3 ($H_{sol;jul}$) del DA DB-HE/1 *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

De forma orientativa, la norma UNE-EN 14501 establece una clasificación de la eficacia de las protecciones solares en función del valor de $g_{gl;sh,wi}$:

Clase	0	1	2	3	4
Eficacia	Efecto mínimo	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy eficiente
$g_{gl;sh,wi}$	$g_{gl;sh,wi} > 0,5$	$0,35 < g_{gl;sh,wi} < 0,5$	$0,15 < g_{gl;sh,wi} < 0,35$	$0,10 < g_{gl;sh,wi} < 0,15$	$g_{gl;sh,wi} < 0,10$

Por otro lado, para obtener los consumos energéticos de los edificios es necesario calcular cuáles son sus ganancias solares anuales. En este caso no se consideran las protecciones solares activadas constantemente, sino que es necesario tener en cuenta su régimen de uso para lo que se puede ser útil el apartado concreto de la ISO 52016-1:2017 comentado anteriormente y que se ha trasladado a la tabla 14 del DA DB-HE/1 *Consignas de operación de dispositivos de sombra móviles*.

Los programas informáticos que calculan la eficiencia energética del edificio con paso horario pueden establecer, en base a esa norma, si las protecciones solares están activas o no para cada momento de cálculo en función de la radiación que reciben los huecos en ese instante concreto y de si la activación de las protecciones es manual o automática.

En el caso de querer tener un valor aproximado medio se puede aplicar lo recogido en el apartado 2.2.3 de *Transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil* del DA DB-HE/1. Este recoge la forma de calcular el comportamiento mensual medio del dispositivo en base a la *Fracción de tiempo de activación de dispositivos solares móviles*.

4.5 Ventilación e infiltraciones

El control de la ventilación e infiltraciones de un edificio es la tercera pata para el correcto diseño del edificio en cuanto al ajuste de sus necesidades energéticas.

Conforme el avance de la normativa ha ido ajustando en mayor medida los vectores de transmisión de calor por conducción y radiación (K y $q_{sol;jul}$), cobra más presencia y relevancia la transmisión de calor por convección que tiene lugar a través de dos procesos similares: la ventilación y las infiltraciones de los edificios. Cuando se reemplaza aire interior caliente por aire exterior frío, los espacios se enfrían y a pesar de que la capacidad calorífica del aire es baja este proceso puede producir grandes pérdidas.

Es necesario tener este proceso en cuenta y por ello se ha empezado a incorporar a la normativa española, el parámetro n_{50} o relación de cambio de aire a una presión de 50 Pa, de momento con carácter reglamentario solo en residencial privado nuevo para superficies útiles superiores a 120 m²

■ Ventilación:

Es el intercambio de aire con el exterior que se produce mediante los sistemas técnicos, de manera que es sencillo evaluar el volumen de aire que se intercambia y cuando.

Para una correcta salubridad de los espacios son necesarios unos caudales mínimos de ventilación que garanticen que no se superan ciertos niveles de concentración de CO₂, así como del resto de partículas volátiles nocivas, tal y como establece el HS3 (se trata de una demanda cautiva como lo es la demanda de ACS).

Por tanto, la ventilación mínima necesaria para el edificio viene ya establecida reglamentariamente y podrán utilizarse diferentes técnicas o sistemas que permitan minimizar el consumo energético que suponen (como los recuperadores de calor, por ejemplo).

▪ Infiltraciones:

Se entiende por infiltraciones los intercambios de aire que no son controlados, es decir que no se producen a través del sistema de ventilación.

Las infiltraciones de un edificio se producen por la diferencia de presiones existentes entre el exterior y el interior del edificio (inducidas tanto por el viento, como por la diferente presencia de vapor de agua u otros parámetros) y se realizan a través de todos los elementos pertenecientes a la envolvente térmica (huecos, opacos y pasos de instalaciones o aberturas de admisión), y especialmente a través de las soluciones de encuentros constructivos entre las mismas.

Por tanto, estos intercambios se estiman en función de las veces que se renueva todo el aire del edificio en una hora y puede calcularse de dos maneras:

- A través de ensayos de puerta soplante según el método B de la norma UNE-EN 13829:2002 2 (modificada en la actualidad por la norma UNE-EN ISO 9972:2019)
- De manera simplificada a través de la siguiente fórmula, tal y como se recoge en el Anejo H de Determinación de la permeabilidad del edificio:

$$n_{50} = 0,629 \cdot (C_o \cdot A_o + C_h \cdot A_h) / V_{int}$$

en la que se tiene en cuenta tanto las superficies de huecos y opacos (A_h , A_o) como sus coeficientes de caudal de aire (C_h , C_o), o digamos la permeabilidad de estas soluciones y que ya incorpora (a través del coeficiente de 0,629) una valoración de la influencia que suponen las aberturas de admisión del edificio.

Es importante señalar que para el cálculo de la permeabilidad se tienen en cuenta únicamente las superficies opacas que estén en contacto con el aire exterior (es decir, se excluyen los elementos en contacto con el terreno y con los espacios adyacentes) y que el volumen considerado (V_{int}) es el del “aire interior” descontando, por tanto, el volumen de los forjados.

Por ello, para controlar la permeabilidad de un edificio hay que tener en cuenta:

1. La permeabilidad de huecos:

Se ha establecido reglamentariamente una mayor estanquidad mínima de los huecos limitando la permeabilidad de los mismos a clase 2 ($\leq 27 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$) o clase 3 ($\leq 9 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$) en función de la zona climática.

2. La permeabilidad de opacos (opacos en contacto con el aire exterior, excluyendo los opacos en contacto con el terreno o con otros espacios adyacentes):

Este parámetro se establece por defecto en función de si se trata de una edificación nueva o existente con los siguientes valores (recogen la tradición y técnicas constructivas de cada momento):

C_o existentes = $29 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ (100 Pa)

C_o nuevos = $16 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ (100 Pa)

Es evidente también que hay una relación entre la compacidad del edificio y la permeabilidad del mismo y por lo tanto será más fácil alcanzar menores permeabilidades cuanto más compacto sea el edificio.

Siempre existe la posibilidad de controlar en mayor medida la permeabilidad de edificio realizando ensayos de puerta soplante que permitan alcanzar menores valores que ayuden al mejor comportamiento energético del edificio, así como a una mayor eficacia de las posibles técnicas de recuperación de calor que puedan incorporarse al edificio (debe pasar por ellos el mayor caudal posible del aire que se mueve en el edificio para aumentar su eficacia).

4.6 Limitación de las descompensaciones

En el funcionamiento global de un edificio se dan situaciones de espacios con diferentes cargas internas, diferentes horarios de uso y diferentes necesidades de acondicionamiento que hace necesaria una segunda limitación de transmitancias de las particiones interiores de las unidades de uso contenidas dentro de la envolvente térmica que eviten situaciones de pérdidas de calor como las que se dan en los siguientes casos:

- Entre unidades del mismo uso (ejemplo: entre diferentes viviendas, unas en uso y otras vacías)
Para esta situación las particiones horizontales y verticales habituales cumplen los valores más exigentes incorporando aprox. 2cm de aislamiento de $\lambda=0.05 \text{ W/m}^2$
- Entre unidades de distinto uso (ejemplo: locales comerciales en planta baja y viviendas en las plantas superiores) o entre unidades de uso y zonas comunes (ejemplo: entre viviendas y pasillos, vestíbulos, locales de instalaciones...)
Para esta situación las particiones horizontales y verticales más habituales cumplen los valores más exigentes incorporando aprox. 4cm de aislamiento de $\lambda=0.05 \text{ W/m}^2$

Estas limitaciones afectan a los edificios de cualquier uso ya que lo que establece son limitaciones a las particiones que delimitan unidades de uso, que tal y como define la terminología del DB-HE son cada edificio o partes del mismo destinadas a un uso específico, en la que los usuarios están vinculados entre sí, bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo colectivo que realiza la misma actividad. Específicamente se definen como unidades de uso diferentes cada una de las viviendas en edificios residenciales o cada uno de los establecimientos o locales comerciales independientes en edificios de otros usos.

4.7 Estrategias de diseño bioclimático

La arquitectura bioclimática busca disminuir los impactos ambientales intentando reducir los consumos de energía teniendo en cuenta las condiciones climáticas y aprovechando los recursos naturales disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos, etc).

No es sencillo definir en qué consisten las estrategias de diseño bioclimático como un grupo separado del resto puesto que muchas de estas no difieren de las usuales en los diseños convencionales y que deberían estar integradas por defecto en el diseño básico de los edificios, como, por ejemplo:

- una correcta compactidad y orientación del edificio,
- apertura y tamaño de los huecos,
- sombreado de huecos en verano y con diferentes estrategias según la orientación,
- utilización de vegetación y naturaleza para el sombreado,
- ventilación cruzada, etc...

Podemos distinguir varios tipos de elementos que están relacionados con este tipo de estrategias:

- a) Materiales naturales. Aunque no se trata de una estrategia en sí misma sí es cierto que muchos materiales de este grupo no son producidos de manera industrial y, por tanto, no están ensayados ni etiquetados conforme al marcado CE. La falta de datos sobre los parámetros que describen su funcionamiento podría llevar a pensar que no son aptos para su uso en construcción. Sin embargo, por lo general son materiales bien conocidos y es posible establecer un rango de funcionamiento siempre que sean manipulados por personal con conocimiento en la materia.
- b) Procesos térmicos cuyo comportamiento no está determinado por la resistencia térmica de sus componentes sino por la inercia térmica, (tales como muros trombe, y similares), o soluciones diseñadas para reducir la demanda energética (como los invernaderos) que no pueden satisfacer los valores límite de U y que están exentos de su cumplimiento tal y como explicita el artículo 5 del apartado 3.1.1-HE1 (tampoco se tienen en cuenta para el cálculo de la K).

Sin embargo, el edificio sigue sujeto a los mismos parámetros de limitación de los consumos como cualquier otro, y su simulación resulta más compleja pero factible con herramientas disponibles.

La influencia de estas soluciones en el comportamiento global del edificio se comprobará por tanto en los indicadores de $C_{ep,tot}$ y $C_{ep,nren}$ que lógicamente deberán cumplir con los límites reglamentarios demostrando que dichas soluciones constructivas contribuyen adecuadamente a la reducción de las necesidades energéticas del edificio y consecuentemente a su reducido consumo.

Por ejemplo, si un edificio se diseña con la estrategia de un invernadero adosado a su fachada sur que queda dentro de su envolvente térmica, las superficies de ese invernadero no estarán obligadas a cumplir las transmitancias límite (U_{lim}) y tampoco se computarán para el cálculo de la K. No obstante el edificio debe cumplir con los indicadores de $C_{ep,nren}$ y $C_{ep,tot}$ así como con el número máximo de horas fuera de consigna, de manera que se verifique que dicha estrategia es correcta y permite la reducción de las necesidades energéticas del edificio.

- c) Otros procesos térmicos que no pueden ser simulados con las herramientas disponibles. En ese caso tendrían que acogerse a la Parte I del CTE (artículo 5, apartado 5.1.3 b)

Por otra parte, destacar que el margen incorporado del total de horas fuera de consigna permitidas (el 4% del tiempo total de ocupación), viene a reforzar la posibilidad de utilización de estrategias bioclimáticas que permiten reducir la demanda energética. En ciertos edificios las técnicas bioclimáticas utilizadas suelen tener procesos de acoplamiento térmico de plazos más largos que no posibilitarían, a priori, el cumplimiento del total de las temperaturas de consigna establecidas normativamente y por ello, este margen que se incorpora del 4% redundará en una mayor facilidad de cumplimiento normativo para las soluciones bioclimáticas.

4.8 HE1 en edificación existente

En esta sección también se establece la discriminación entre una intervención global que obliga al cumplimiento de los diferentes indicadores (tanto particulares de cada elemento (U_{lim} , Q_{100}) como globales del edificio (K_{lim} , $q_{sol,jul}$)) y las intervenciones puntuales que exigen el cumplimiento de los indicadores que afectan exclusivamente a los elementos sobre los que se interviene.

La discriminación entre ambos niveles se establece en la intervención en más del 25% de la envolvente térmica final del edificio (límite establecido en la Directiva Europea). Para el cálculo de ese porcentaje se deben tener en cuenta todas las superficies de la envolvente térmica, lo que incluye por ejemplo las medianeras, elementos que no se incluyen en el cálculo simplificado de la K.

Al igual que en el resto de secciones es de aplicación el criterio de flexibilidad que exige la justificación de que se trata de una intervención comprendida en uno de los casos acotados en ese criterio (¿inviabilidad técnica?, ¿inviabilidad económica?, etc...), pero que, especialmente para el caso de cumplimiento de indicadores globales como la K, posibilita no intervenir en la totalidad de la envolvente térmica, situación que con alta probabilidad resultaría necesaria para el cumplimiento de la K.

Es necesario remarcar que cuando concurren las circunstancias para permitir la flexibilización, se debe plantear una propuesta que obtenga el mayor nivel de adecuación posible.

En este sentido resulta conveniente tener en consideración los valores orientativos de transmitancia (U) contemplados para obra nueva en la Tabla a- Anejo E pero evaluando siempre el riesgo complementario de condensaciones al tratarse de intervenciones parciales que pueden incrementar el aislamiento de forma significativa en partes del edificio, pudiendo producir, en las zonas de transición con otras partes menos aisladas, problemas de condensaciones intersticiales o superficiales (aplicación del criterio de no empeoramiento).

Conviene destacar igualmente que las operaciones exclusivas de mantenimiento, tal y como se recoge en la parte I del CTE (*conjunto de trabajos y obras a efectuar periódicamente para prevenir el deterioro de un edificio o reparaciones puntuales que se realicen en el mismo, con el objeto mantenerlo en buen*

estado para que, con una fiabilidad adecuada, cumpla con los requisitos básicos de la edificación establecidos), no suponen una intervención comprendida en el ámbito de aplicación del CTE y, por tanto, tampoco supondrían el cumplimiento de las exigencias del HE1.

No obstante, sí resulta altamente recomendable (incluso en muchos casos llega a ser subvencionable con fondos públicos) aprovechar dicha circunstancia para mejorar la calidad de la envolvente térmica. Por ejemplo, la limpieza de una fachada para mantener el ornato obligado por las diferentes normativas urbanísticas de los municipios, supone, la mayoría de las veces, la instalación de un andamio, lo que facilita la incorporación de aislamiento térmico por el exterior que implicaría la mejora de la envolvente térmica del edificio y consecuentemente del propio confort de las personas usuarias.

Ejemplo de intervención de renovación y aislamiento de las fachadas de un edificio superior al 25% de la ET

Planteamos el caso de una intervención de renovación y aislamiento de las fachadas de un edificio plurifamiliar aislado en donde solo se interviene desde la comunidad de vecinos en la parte opaca, puesto que unos vecinos ya han renovado sus ventanas y otros no (la intervención en las ventanas no renovadas supondría un coste de la intervención muy superior, y además puede llevarse a cabo con posterioridad sin suponer mayor dificultad técnica o sobrecoste). Esta situación supone la intervención en más del 25% de la envolvente térmica, lo que implica el cumplimiento de la K.

Al no intervenir en las ventanas puede suceder que sea imposible, aún aumentando considerablemente el espesor del aislamiento térmico de fachada y cubierta, alcanzar el valor límite de la transmitancia térmica global (K). En este caso, que sería de aplicación el criterio de flexibilidad, se proponen como medidas para alcanzar el mayor grado de adecuación posible en el cálculo de la K las siguientes:

- suponemos a efectos de cálculo, que las ventanas sobre las que no se interviene en esta primera actuación tienen una transmitancia térmica coincidente con el valor límite fijado para los huecos (tabla 3.1.1.a-HE1)
- definimos un nivel de aislamiento de la fachada y/o cubierta (U_M, U_C) más exigente que el de sus valores límite U_{lim} , de modo que se logre el cumplimiento de la K (el probable que esos valores se acerquen a los de la Tabla a-Anejo E)

Este modo de proceder asegura que, en una o varias fases posteriores sobre los huecos, se alcance el valor límite de transmitancia térmica global (k) y no se menoscabe el nivel de prestación alcanzable por el hecho de realizar una intervención por fases.

Profundizando en este ejemplo podemos desglosar cuáles son los diferentes indicadores del HE1 que deben cumplirse en ese caso:

- K_{lim} : es de aplicación teniendo en cuenta que puede justificarse en base al criterio de flexibilidad y viabilidad técnica y/o económica
- $q_{sol,jul}$: es de aplicación, no resultando problemático en general ya que bien con la presencia de persianas o con la incorporación de otros elementos de sombreado móviles (tipo toldos por ejemplo) es relativamente fácil alcanzar los mínimos reglamentarios.
- U_{lim} : se aplicaría exclusivamente a los elementos de la envolvente que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente (o cambien sus condiciones interiores o exteriores) de acuerdo con el HE1 3.1.1. párrafo 2
- Q_{100} : se aplicaría exclusivamente a los huecos que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente de acuerdo con el HE1 3.1.3 párrafo 3
- n_{50} : no es de aplicación puesto que solo aplica a edificios nuevos residenciales de más de 120m² de acuerdo con el HE1 3.1.3 párrafo 4
- Límite de descompensaciones de las particiones interiores: no es de aplicación ya que solo se aplica a los elementos que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente (o modifiquen sus condiciones de contorno) de acuerdo con el HE1 3.2 párrafo 2.
- Límite de condensaciones en la envolvente térmica: sí es de aplicación ya que siempre lo es de acuerdo con el HE1 3.3

Con este planteamiento de flexibilidad y de niveles exigenciales adaptados al nivel de intervención, lo que se busca es favorecer la renovación gradual y paso a paso de la edificación, mejorando mediante cada pequeña intervención las prestaciones del edificio sin desincentivar por tanto la necesaria renovación de parque. Solo cuando se interviene de manera generalizada, que es cuando se tiene mayor posibilidad de actuación, se exige alcanzar unos niveles que nos permitan ir llegando a la necesaria descarbonización y reducción de emisiones para 2050.

4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica

La presencia de espacios adyacentes a la envolvente térmica de un edificio (un garaje bajo rasante, un trastero bajo cubierta, un local comercial, etc...) genera medianerías que plantean problemas específicos de modelización.

Cuando se desea simplificar la modelización, o no se dispone de una definición constructiva y de uso y operación de los sistemas del espacio adyacente, se recomienda:

- La consideración de la medianera como superficie adiabática únicamente cuando comunique el interior de la envolvente térmica con un espacio residencial exterior a la propia envolvente térmica (por ejemplo con una vivienda de otro edificio), puesto que en uso vivienda se puede suponer ocupación y acondicionamiento permanentes pero no para otros usos.
- La incorporación de una resistencia térmica adicional (R_u), sumada a la que resulta de la definición constructiva de la propia medianera, cuando esta comunique con espacios exteriores a la envolvente térmica de usos distintos al residencial privado (sean estos espacios no habitables, no acondicionados, sin uso definido o de otros usos).

Dicha resistencia adicional (R_u) puede obtenerse de acuerdo a la norma UNE EN ISO 6946:2021 (apartado 6.10):

- **Para espacios bajo cubierta :**

El espacio no acondicionado (o no habitable) bajo cubierta y la cubierta superior se consideran como una capa homogénea con la resistencia R_u obtenida de la tabla siguiente:

Características de la cubierta		R_u ($m^2 K / W$)
1	Cubiertas de chapa, placas, teja o similar sin tablero inferior	0,06
2	Cubiertas de chapa, placas, teja o similar con tablero inferior	0,2
3	Cubiertas de chapa, placas, teja o similar con tablero inferior y recubrimiento bajo emisivo inferior	0,3
4	Cubierta de paneles aislantes, cubierta con aislamiento inferior o tejado con forjado con $R > 0,15 m^2 K / W$	0,3

NOTA: los valores de la tabla incluyen la resistencia térmica del espacio ventilado y la resistencia térmica de la construcción de la cubierta (inclinada). No se incluye la resistencia superficial exterior R_{se}

Tabla para cubiertas ventiladas de forma natural sobre edificios climatizados

- **Para otros espacios:**

El espacio adyacente se modela como si se tratara de una capa homogénea adicional con una resistencia térmica R_u obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e,k} |U_{e,k}|) + 0,33 * n * V}$$

donde,

- R_u es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en $\text{m}^2\text{K/W}$
- A_i es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en m^2
- $A_{e,k}$ es la superficie del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en m^2
- $U_{e,k}$ es la transmitancia térmica del elemento k entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en $\text{W/m}^2\text{K}$ (se puede tomar $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ por defecto o si no se conoce)
- 0,33 es el valor de la capacidad térmica del aire, en $\text{Wh/m}^3\text{K}$
- n es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)
- V es el volumen del espacio no acondicionado, en m^3

Ejemplo de modelización de superficies medianeras

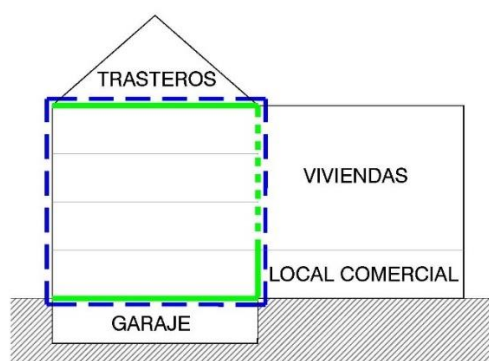


Fig.12. Esquema de definición de medianeras de la envolvente térmica de un edificio

En este ejemplo de edificio de viviendas la envolvente térmica del mismo está señalada con trazado azul discontinuo. Colindante con el edificio existe otro edificio en cuya planta baja hay locales comerciales de los que se desconoce su uso o si están en funcionamiento y tres plantas superiores de vivienda. Así mismo, el edificio objeto cuenta con una planta baja cubierta usada para trasteros y una planta baja rasante con uso de garaje, siendo ambas zonas espacios no habitables y, en este caso, exteriores a la envolvente térmica.

La modelización de las medianerías podría realizarse de la siguiente manera:

- Medianeras definidas como adiabáticas (sin transmisión de calor): el trazado verde discontinuo que comunica con los espacios residenciales (viviendas) exteriores a la envolvente térmica.
- Medianeras definidas mediante su resistencia térmica propia + la resistencia térmica adicional (R_u) del espacio colindante no habitable o de uso desconocido: el trazado verde continuo que suponen las medianeras con el garaje, el bajo cubierta y la planta baja de locales comerciales adyacente. Estas medianeras sí permiten una transmisión de calor que se modula en función de las características geométricas y constructivas del espacio adyacente a través de la R_u , sin necesidad, por tanto, de tener que modelizar físicamente este espacio en la simulación energética.

1 Aspectos generales

2 Esquema de aplicación

3 Cumplimiento

4 Conceptos de interés

4.1. Perfiles de uso y condiciones operacionales. Confort y perfiles de diseño.

4.2. Bombas y ventiladores

4.3. Ventilación y sistemas. Recuperación de calor

4.4. HE2 en edificación existente

HE2**CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES
TÉRMICAS****1. ASPECTOS GENERALES**

Esta sección busca un diseño y uso eficientes de las instalaciones térmicas que permita asegurar el confort higrotérmico y una adecuada calidad del aire haciendo un uso racional de la energía.

Esta sección se aplica a las instalaciones térmicas existente en los edificios, sean de edificios nuevos o renovaciones de instalaciones en edificios existentes.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN**HE2****NUEVO****EXISTENTE****RITE**

Objetivos: bienestar térmico de los ocupantes, eficiencia de los equipos y seguridad de las instalaciones

Fig.13. Esquema de aplicación HE2

3. CUMPLIMIENTO

Si para garantizar los objetivos de confort, higiene y calidad del aire el edificio cuenta con sistemas de climatización, estos deberán atender a las exigencias que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) que básicamente establece que deben cumplirse unas exigencias de:

1. Bienestar e higiene

Que se garantiza mediante:

- Una calidad térmica del ambiente (rangos de temperatura: 21-25°C y humedad: 40-60%)
- Una calidad del aire interior (IDA y filtros a emplear)
- Unas condiciones mínimas para la preparación de agua caliente
- Una calidad del ambiente acústico de manera que las instalaciones térmicas cumplan las exigencias del DB-HR que les afecten
- Un diseño y dimensionado de los sistemas para garantizar las condiciones anteriores

2. Eficiencia energética

Que se garantiza mediante:

- Un alto rendimiento energético de los equipos de generación de calor y frío así como de los equipos destinados al transporte de fluidos
- Un aislamiento mínimo de las conducciones de distribución
- La instalación de sistemas de contabilización, regulación y reparto
- La instalación de sistemas que permitan recuperar la energía y aprovechar energías residuales
- La instalación de las energías renovables disponibles

3. Seguridad

Que se garantiza mediante:

- Unas condiciones mínimas que prevengan y reduzcan a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes
- Un seguimiento y mantenimiento de los sistemas que garanticen la continuidad de las características de funcionamiento de los mismos.

La última actualización del RITE se ha producido mediante el RD 178/2021, de 23 de marzo, e incorpora una primera adaptación de este documento a las diferentes directivas europeas con la finalidad de contribuir a alcanzar el objetivo de mejora de eficiencia energética para 2030 fijado en el PNIEC.

Se pueden destacar los cambios de los siguientes elementos fundamentales:

- Actualización de los niveles mínimos de eficiencia energética de las instalaciones y su etiquetado ecológico
- Impulso a las instalaciones eficientes y sostenibles y a los edificios inteligentes mediante su digitalización y control
- Obligaciones relativas a los contadores de agua caliente para redes urbanas, reparto de los costes de agua caliente e información sobre la facturación de estos consumos

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 Perfiles de uso y condiciones operacionales. Confort y perfil de diseño

Existe una equivocación frecuente entre los criterios de confort y los perfiles de uso y condiciones operacionales normativos para calcular los consumos. Al mismo tiempo se desdibuja el concepto de los criterios de diseño de las instalaciones.

Perfiles de uso y condiciones operacionales.

La normativa necesita hacer evaluaciones de los edificios que le permitan saber su comportamiento energético para establecer unos mínimos de calidad (unas exigencias mínimas). Estas evaluaciones deben realizarse en las mismas condiciones para todos los edificios puesto que si no, no serían comparables y es por ello que la reglamentación establece unos perfiles de uso y condiciones operacionales estándar de los edificios en función de su uso:

- para edificios residenciales privados se establecen en el Anejo D del DB-HE
- para el resto de edificios en el Documento Reconocido de *Condiciones Técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios* se establecen un conjunto de perfiles normalizados en función del uso, la carga interna (baja, media o alta) y el periodo de utilización (8,12,16 y 24h)

Estos perfiles de uso son reglamentarios para los edificios residenciales privados, siendo opcionales para los edificios de carácter terciario y tratan de simular el funcionamiento habitual de la edificación. En consecuencia, no se corresponderán exactamente con los valores reales de uso y funcionamiento, y por tanto los consumos derivados de la evaluación reglamentaria no será constatable con exactitud mediante el empleo, por ejemplo, de las facturas. Para una evaluación de las condiciones reales de funcionamiento de un edificio sería necesaria una auditoría.

Confort:

El DB-HE hace referencia al “consumo racional de energía manteniendo el confort de los ocupantes” pero estos criterios de confort no están definidos actualmente. Por otra parte resulta necesaria una definición de los criterios de confort térmico que nos permitan abordar las cuestiones de pobreza energética y evaluar las intervenciones en edificación así como detallar los niveles de confort que permite alcanzar el cumplimiento de la normativa.

Actualmente se está trabajando en la definición de estos criterios de confort en relación a la normativa internacional existente para poder fijar diferentes niveles o categorías basados en la evaluación del bienestar térmico mediante los índices de voto medio estimado (PMV) y porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) y teniendo en cuenta que el diseño térmico recoge no solo la temperatura de funcionamiento sino también variables como corrientes, diferencias verticales de temperatura de aire, temperatura del suelo o asimetría de la temperatura radiante.

Por tanto es necesario señalar que actualmente los consumos energéticos de un edificio están ligados a los perfiles de uso y condiciones operacionales oficiales pero eso no supone alcanzar un grado de confort determinado puesto que no están actualmente definidos sus niveles o criterios.

Esto es fácilmente constatable con el ejemplo de las temperaturas de funcionamiento interiores:

- Los perfiles de uso actuales establecen temperaturas de consigna diarias para residencial entre los 17 y los 20°C en invierno y los 25 a 27 °C en verano (con periodos de oscilación libre entre las 7:00 y las 15:00) que intentan modelar o establecer un patrón de uso y confort tipo ya que los usuarios no tienen los sistemas activados el 100% del tiempo ni ocupan el edificio todo el rato (oscilación libre).
- Otros criterios más habituales de confort de la ciudadanía hoy en día, establecerían un mínimo de temperatura en invierno de 18 o incluso 20°C y en verano no permitirían periodos de oscilación libre que pudieran superar los 27°C. Cada nivel de confort implica un consumo energético diferente.

Perfiles de Diseño:

En último lugar está el criterio o perfil de diseño para el dimensionado de las instalaciones de la edificación que es el que establece propiamente el RITE y en el que, por ejemplo:

- se deben dimensionar los equipos para abastecer la carga máxima puntual que pueda necesitar el edificio.
- el dimensionado de los sistemas se realizará teniendo en cuenta una temperatura de 21°C para los sistemas de calefacción y de 25°C para los sistemas de refrigeración.

4.2 Bombas y ventiladores

Para el correcto cálculo de los consumos energéticos de un edificio se debe tener en cuenta el conjunto de la instalación que abastece a los servicios EPB, no únicamente la parte de generación térmica (calderas, enfriadoras, etc...)

Por ello los equipos auxiliares del sistema incorporados en la red de distribución, como puedan ser por ejemplo las bombas de circulación de circuitos de agua o los ventiladores, deben ser evaluados y contabilizados sus consumos en el análisis global de la instalación.

Muchas veces los consumos de estos equipos auxiliares pueden ser muy elevados e incluso superiores a los de los sistemas de generación (como puede suceder por ejemplo con el uso de bombas de caudal constante) por lo que es necesaria su valoración y consecuentemente la optimización de su eficiencia con el objetivo de conseguir la mayor eficiencia global en los sistemas.

4.3 Ventilación y sistemas de recuperación de calor

Hasta la actualización del DB-HE 2019 las tecnologías de ventilación se trataban de modo diferente al resto de sistemas técnicos puesto que no se evaluaba su impacto en el consumo de energía del edificio.

Ahora mismo la metodología de evaluación energética que incorpora el DB-HE 2019, armonizada con Europa al implementar la UNE-EN ISO 52000-1:2019, permite evaluar los sistemas de ventilación y por tanto los recuperadores de calor desde las dos vertientes a las que afecta:

- la influencia que tiene en las reducciones de necesidades energéticas del edificio
- el cómputo de su consumo energético en el total de consumos del edificio

La posibilidad de incorporación de sistemas de recuperación de calor no significa la necesidad estandarizada de su utilización, al menos, en uso residencial privado, debiendo evaluar la idoneidad de su uso teniendo en cuenta diferentes parámetros:

- el clima condiciona de forma determinante la rentabilidad del uso de estos sistemas
- en edificios de alta eficiencia energética el consumo ligado al transporte de aire es significativo y comparable al de otros servicios
- la eficiencia de los sistemas de transporte de aire puede tener un impacto equiparable al de los sistemas de recuperación

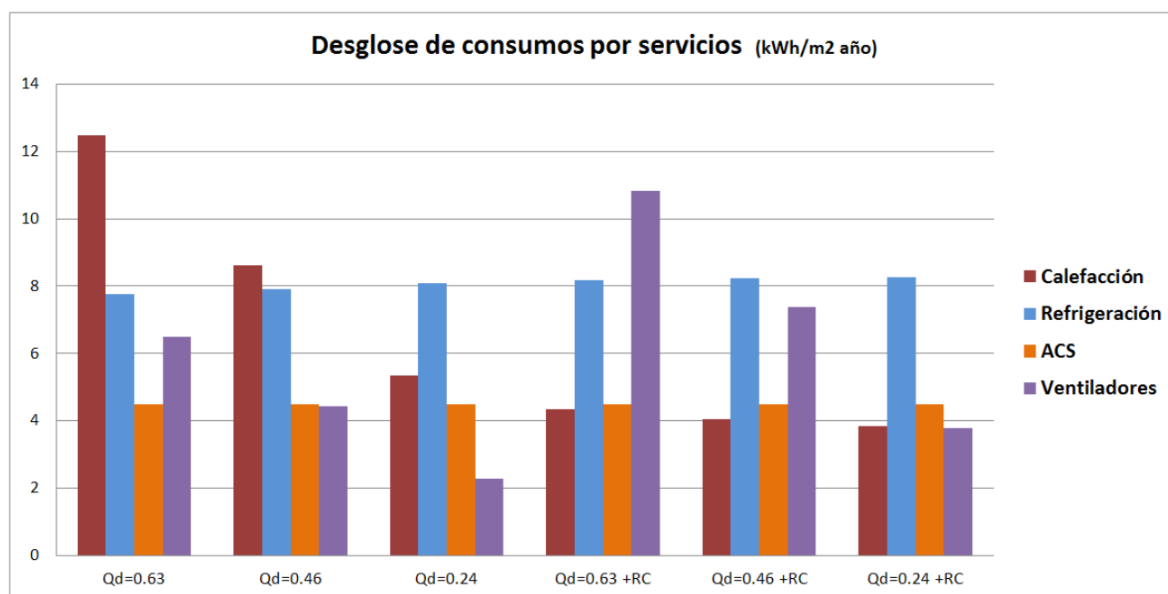


Fig.14. Estudio de consumos por servicios en un edificio plurifamiliar en Madrid en función de diferentes caudales de ventilación de diseño (Q_d) y de la utilización o no de recuperadores de calor (RC) con rendimientos del 80% y SFP de ventiladores de 2,5kPa

4.4 HE2 en edificación existente

En esta sección que se refiere a instalaciones térmicas sigue aplicándose el criterio de adaptar el global de la instalación cuando la intervención es global o adaptar singularmente lo que se modifique en intervenciones puntuales, teniendo siempre presente el criterio de flexibilidad.

La discriminación entre ambos niveles la establece el propio RITE pero de manera resumida serían:

- Incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de preparación de agua caliente para usos sanitarios
- Modificación de los subsistemas existentes
- Sustitución de los generadores térmicos existentes o ampliación de su número
- Cambio del tipo de energía utilizada
- Incorporación de sistemas de energías renovables
- Cambio del uso del edificio

1 Aspectos generales

2 Esquema de aplicación

3 Cumplimiento

4 Conceptos de interés

4.1. Calidad del ambiente lumínico

HE3

CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

1. ASPECTOS GENERALES

Esta sección busca el uso eficiente de las instalaciones de iluminación de los edificios garantizando el confort lumínico.

Las exigencias de la sección se aplican a las instalaciones interiores de iluminación, a excepción de las de emergencia e interiores a las viviendas, tanto en edificaciones nuevas como en intervenciones en edificios existentes.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

HE3

NUEVO	EXISTENTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones interiores de viviendas • Instalaciones de alumbrado emergencia • Edificios protegidos <p>Todos los casos excepto: Construcciones provisionales (<2 años)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edificios Industriales, de defensa o agrícolas en zona de taller no residencial • Edificios aislados $S_{util} < 50 \text{ m}^2$ 	<p>Ampliación de una instalación o Renovación de una instalación $S_{util} > 1000 \text{ m}^2$ donde se renueve > 25% de la superficie iluminada*</p>	<p>Cambio de uso característico del edificio o Cambio de actividad en una zona del edificio en la zona afectada</p>

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES INTERIORES DE ILUMINACIÓN

VEEI

 P_{TOT}/S_{TOT}

Tabla 3.1 HE3

Potencia máxima por superficie iluminada (P_{TOT}/S_{TOT}) - Tabla 3.2 HE3

CONTROL Y REGULACIÓN

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

Sistemas de aprovechamiento de la luz natural en la franja de 5m desde la ventana o bajo el lucernario
(Salvo en habitaciones de hoteles y hospitales, tiendas y pequeños comercios o zonas comunes de edificios residenciales)

* Cuando no se alcancen los límites para adecuar toda la instalación, los elementos de la instalación que se renueven o amplíen se adecuarán para el cumplimiento del VEEI y de los sistemas de control y regulación

Fig.15. Esquema de aplicación HE3

3. CUMPLIMIENTO

Los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades y a la vez eficaces energéticamente para lo que se les exige 4 condiciones:

1. Valores de eficiencia energética de la instalación (VEEI)
2. Potencia máxima instalada
3. Sistemas de control y regulación
4. Sistemas de aprovechamiento de luz natural

3.1 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI)

Mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación en un espacio o local con un determinado uso. Se obtiene con la siguiente expresión y es una relación entre la potencia instalada dividida por el servicio que se da (área iluminada y calidad de esa iluminación a través de la iluminancia media horizontal mantenida: E_m):

$$VEEI = 100 \cdot P / S \cdot E_m$$

Tabla 3.1 – HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación
VEEI_{lim} [W/m²]

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general / Andenes de estaciones de transporte / Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾ / Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾ / Recintos interiores no descritos en este listado / Zonas comunes ⁽⁴⁾ Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas / Aparcamientos / Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾ / Supermercados, hipermercados y grandes almacenes / Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales / Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾ / Religioso en general / Tiendas y pequeño comercio / Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

3.2 Potencia instalada máxima

Según el uso del espacio se permite un máximo de potencia instalada por m²

Tabla 3.2 – HE3 Potencia máxima por superficie iluminada [W/m²]

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

3.3 Sistemas de control y regulación

Se deben disponer sistemas de control y regulación que incluyen:

- Un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico
- Un sistema de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico, que podrá sustituirse en zonas de uso esporádico por alguno de estos sistemas:
 - Detección de presencia temporizado
 - Sistema de pulsador temporizado

3.4 Sistemas de aprovechamiento de luz natural

Las luminarias que se encuentren en la franja de 5m de profundidad con respecto a las ventanas dispondrán de un sistema de regulación automática que permita aprovechar la luz natural cuando exista una superficie de acristalamiento con respecto a las superficies opacas suficiente para permitir dicho aporte natural ($T (A_w/A) > 0.11$) y se den determinadas condiciones geométricas de los volúmenes circundantes que permitan la iluminación natural.

Este apartado concreto no es de aplicación en habitaciones de hoteles y hospitales, así como en las tiendas y pequeño comercio o en las zonas comunes de los edificios residenciales.

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 Calidad del ambiente lumínico

La garantía de una eficiencia energética de la iluminación interior va indisolublemente ligada a la garantía de calidad de dichos ambientes lumínicos. Tanto en el desarrollo de la actividad laboral como lúdica más del 50% de la información necesaria para su desempeño es visual, por lo que el análisis de las condiciones de iluminación se convierte en un aspecto fundamental, tan fundamental que viene recogido en la propia legislación.

El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, en su artículo 8 y anexo IV establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, recogiendo la adecuación de la iluminación como requisito legal en materia de seguridad y salud laboral, tanto en los niveles mínimos exigidos como en su distribución. A nivel normativo también la sección 4 del DB-SUA establece los niveles mínimos de alumbrado por cuestiones de seguridad.

Existen igualmente otros documentos orientativos y de ayuda en cuanto a la calidad del ambiente lumínico como son:

- La norma UNE-EN 12464-1:2012 *Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores*. Contiene tablas detalladas sobre niveles de iluminación recomendados para diversas actividades y tareas realizadas en interiores, especificando los valores de iluminancia (E), índice de deslumbramiento unificado (UGR) y rendimiento de colores (R_a).
- La **Guía Técnica del INSHT** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo donde se recomiendan y establecen condiciones de calidad como:
 - el control del deslumbramiento,
 - la uniformidad de la iluminación (evitando por ejemplo descompensaciones en la relación entre alumbrado general y localizado),
 - el equilibrio de luminancias en el campo visual,
 - la integración y priorización de la luz natural.

1 Aspectos generales**2 Esquema de aplicación****3 Cumplimiento****4 Conceptos de interés****4.1. El perímetro de evaluación de la eficiencia energética****4.2. Contabilización de la aportación renovable****4.3. ¿No es redundante de la exigencia de renovable del HE4?****4.5. ¿Cómo se computa la energía residual?****4.6. HE4 en edificación existente****HE4****CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA****1. ASPECTOS GENERALES**

Esta sección establece la exigencia de satisfacer una parte de las necesidades de ACS o de climatización de piscinas cubiertas mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

La producción de ACS responde a una necesidad permanente, es decir, es una demanda cautiva, que responde fundamentalmente a necesidades higiénicas, pero es susceptible de ser satisfecha fácilmente aprovechando fuentes renovables al tratarse de energía térmica a baja temperatura.

El porcentaje que supone su consumo con respecto al total del edificio se ha visto aumentado en los últimos años puesto que los consumos asociados a otras necesidades (climatización) sí se han ido reduciendo paulatinamente debido a la mejora de la envolvente térmica y de la eficiencia de los sistemas. Esta circunstancia nos sitúa hoy en día en que el consumo de ACS en el ámbito residencial supone una parte muy significativa de las necesidades energéticas totales del edificio.

A diferencia de la versión anterior, que definía la exigencia en términos de producción solar térmica, esta versión se establece de forma neutra en relación a la tecnología usada, fijando criterios de cobertura renovable de la demanda, rendimiento mínimo, etc.

Esta sección se aplica a edificios nuevos y a edificios existentes, con demandas superiores a 100 l/d, en los que se cambie el uso característico del edificio, o en los que se incremente significativamente la demanda, o cuando se lleve a cabo una reforma integral del edificio o de la instalación de generación térmica. Es importante tener en cuenta que las exigencias de esta sección se refieren al conjunto del edificio o a su ampliación y no a partes del mismo o a unidades de uso.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

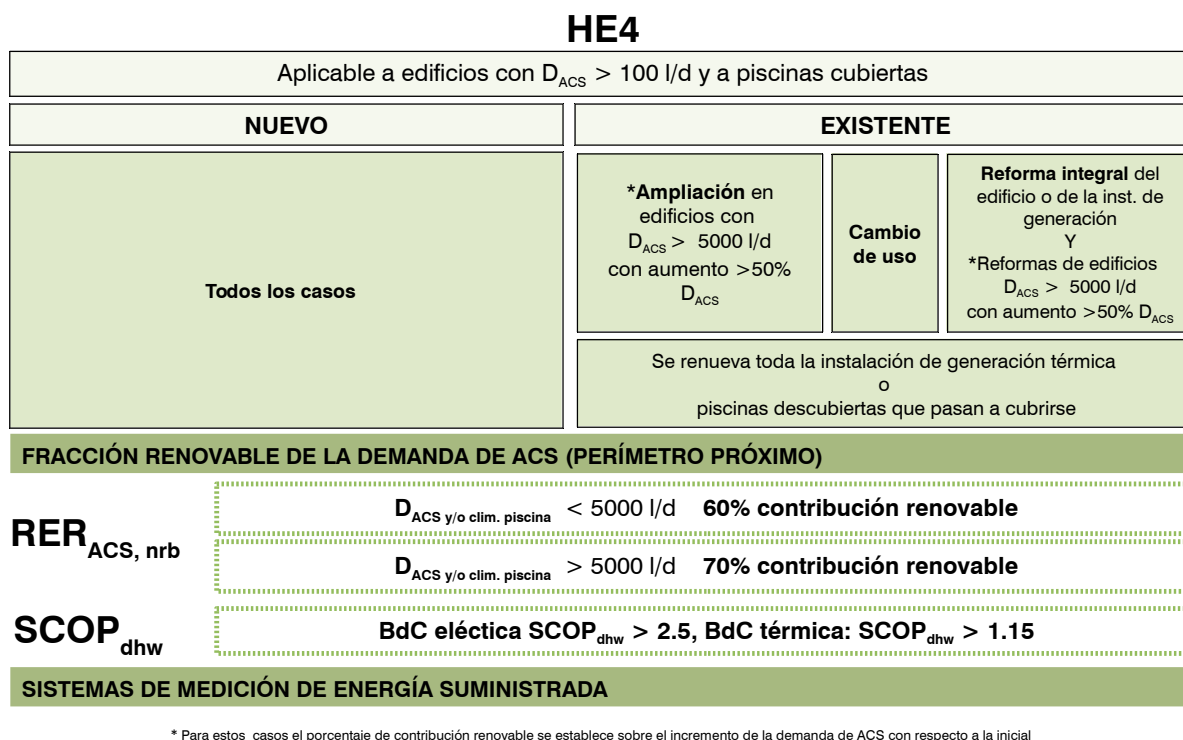


Fig.16. Esquema de aplicación HE4

3. CUMPLIMIENTO

Se establecen dos exigencias básicas para su cumplimiento:

- Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización del vaso de piscina
- Sistema de medida de la energía suministrada

3.1 Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina

El edificio, con una demanda de ACS superior a 100 l/d, debe contar con una contribución de energía renovable para la demanda de ACS y climatización del vaso de piscina de:

- un 60% cuando la demanda anual de ACS sea menor de 5000l/d
- un 70% cuando la demanda anual de ACS sea mayor de 5000l/d

La demanda de ACS y climatización incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación y se considera únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio (biomasa sólida o electricidad procedente de instalación próxima y asociada al punto de consumo, de acuerdo al RD 244/2019).

Hay que tener en cuenta también que la utilización de bombas de calor destinadas a la producción de ACS y/o climatización de piscina, tendrán que tener como mínimo los siguientes rendimientos para poder considerar su contribución renovable:

- funcionamiento eléctrico: $SCOP_{dhw} = 2,5$
- funcionamiento térmico: $SCOP_{dhw} = 1,15$

Se posibilita que la contribución renovable pueda sustituirse parcial o totalmente con energía residual.

3.2 Sistema de medida de la energía suministrada

Debe existir un sistema de medición conforme a lo establecido en el RITE.

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 El perímetro de evaluación de la eficiencia energética

La UNE-EN ISO 52000-1:2019 establece en su metodología diferentes fronteras de evaluación para realizar el balance energético que permite establecer la eficiencia energética de un edificio.

Estas fronteras son 3, establecidas en función del origen de generación de la energía:

- **in situ**, que comprende aquella generada en el edificio o en la parcela de emplazamiento del edificio, sea de tipo solar fotovoltaica, solar térmica, energía térmica extraída del ambiente, etc.;
- **en las proximidades del edificio**, que comprende aquella con procedencia local o en el distrito, como
 - la biomasa sólida,
 - los sistemas urbanos de calefacción o refrigeración,
 - la electricidad generada en las proximidades del edificio (según el RD 15/2018 aquellas que estén conectadas en la red interior de los consumidores asociados a través de líneas directas o estén conectadas a la red de baja tensión derivada del mismo centro de transformación), etc.;
- **distante**, que comprende el resto de orígenes, como en el caso de los combustibles fósiles o el de la electricidad de red.

4.2 Contabilización de la aportación renovable

Para el cálculo de la energía procedente de fuentes renovables para cubrir la demanda de ACS se utiliza la frontera de evaluación in situ y en las proximidades, tal y como establece la metodología de la UNE-EN ISO 52000-1:2019.

El establecimiento de esta frontera afecta especialmente al vector energético de electricidad que pueda utilizarse en sistemas de generación de ACS (como bombas de calor o termos eléctricos por ejemplo) ya que solo puede contemplarse como renovable si procede de producciones in situ o en las proximidades (paneles fotovoltaicos en la propia parcela del edificio por ejemplo) excluyéndose del cómputo la parte renovable que tiene la electricidad de la red eléctrica ya que esta pertenece a la frontera de evaluación distante.

La exigencia de esta sección se establece para el edificio (o para la parte ampliada) por lo que la demanda a considerar es la del conjunto y no la de las diferentes unidades de uso, independientemente de que la generación de ACS sea descentralizada.

El proceso de cálculo para la contribución renovable para la demanda de ACS se puede resumir de la siguiente manera:

- 1) determinar qué parte de la demanda de ACS es satisfecha por cada sistema;
- 2) obtener el consumo de energía final, por vector energético, para cada sistema, de acuerdo con su rendimiento (relación entre la demanda y el consumo para cada vector);
- 3) calcular qué fracción de esa energía final es de origen renovable, obtenida, con carácter general, a través de la relación entre sus factores de paso a energía primaria renovable y total ($f_{ep,ren} / f_{ep,tot}$), considerados para el perímetro próximo (no se consideran las aportaciones renovables de origen distante)

(Ver para esto el documento reconocido del RITE de **Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España** y la clasificación según su origen (perímetro) en la definición del DB-HE Anejo A. “Energía final”);

4) convertir esa energía final de origen renovable a demanda “de origen renovable”, usando de nuevo el rendimiento de cada sistema en relación a cada uno de los vectores energéticos que usa;

5) sumar todas las contribuciones renovables a la demanda;

6) calcular qué porcentaje representa esa demanda “renovable” respecto a la demanda de ACS.

En todo este proceso de cálculo hay que tener en cuenta los siguientes conceptos:

- En el caso de las aportaciones de vectores considerados en el perímetro in situ, como la energía ambiente capturada por las bombas de calor, por paneles solares térmicos o las aportaciones de energía fotovoltaica, se considera un factor de paso de energía final a energía primaria renovable ($f_{ep,ren}$) de 1,0 kWh/kWh_f y un factor de paso de energía final a energía primaria total ($f_{ep,tot}$) de 1,0 kWh/kWh_f, de modo que la relación $f_{ep,ren} / f_{ep,tot}$ es igual a 1,0. Además, para estos vectores, se considera un rendimiento implícito en la conversión de demanda a energía final de 1,0. Esto hace que sus contribuciones se traduzcan directamente en demanda de origen renovable: las producciones de fotovoltaica o solar térmica se consideran directamente demanda.
- En el caso de vectores pertenecientes al perímetro distante (electricidad de red, combustibles fósiles, etc), no se considera su aportación renovable, de modo que no contribuyen a la demanda de origen renovable.
- En el caso de la biomasa sólida y de las redes de distrito, consideradas dentro del perímetro próximo, el porcentaje de renovabilidad lo fija la relación entre el factor de paso a energía primaria renovable y el factor de paso a energía primaria total ($f_{ep,ren} / f_{ep,tot}$). Por otro lado, el rendimiento de las redes de distrito es 1,0 (la demanda aportada es la suministrada por el intercambiador) y, en el caso de equipos de biomasa sólida, la que corresponda al equipo concreto.

Es importante remarcar que, como ya se ha comentado anteriormente, la evaluación y el balance energético se realiza mensualmente para el cálculo de los indicadores energéticos principales ($C_{ep,tot}$ y $C_{ep,nren}$) y consecuentemente para todas las secciones del DB-HE. Es por ello que los ejemplos de cálculos anuales que se realizan a continuación tienen un carácter aproximado y son de carácter didáctico, no pudiendo tomarse su resultado como el definitivo para una evaluación reglamentaria de la aportación renovable de la demanda de ACS.

Dado el carácter mensual del balance energético no puede, por ejemplo, computarse una mayor aportación de energía renovable que el consumo mensual de ACS del edificio. De esta manera, situaciones como la de los meses de verano en los que suele producirse más energía de origen renovable que la demanda de ACS de esos meses, implican que no se puede computar toda esa generación renovable extra, sino estrictamente la que cubra como máximo el 100% de la demanda, “perdiéndose” por tanto, de alguna manera, esa energía para lo que es el cumplimiento global del HE4 (no puedo aprovechar la energía extra que produzca en verano para cubrir demandas de invierno a nivel de justificación del HE4, si bien, esa energía extra, siempre se va a poder aprovechar, en la realidad, en otros usos del edificio o exportarse a la red).

Teniendo en cuenta esta matización del carácter mensual de los balances energéticos, también es necesario decir, que el software que realiza dicho balance, el CteEPBD (incorporado por ejemplo en la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC) o en la herramienta online VisorEPBD), necesita la introducción de toda la energía de origen renovable que se genera in situ o en las proximidades del edificio, siendo el propio software el que realiza el balance mensual y “descarta” la energía no computable a nivel de justificación normativa.

Ejemplos de cálculo de la aportación renovable para la demanda de ACS con diferentes tecnologías

En un ejemplo de un edificio plurifamiliar con una demanda de ACS de 1500 kWh podemos analizar diferentes sistemas que cubren el servicio de ACS y calcular, de manera aproximada, la aportación renovable en cada caso.

Para llegar a la “demanda de calor” que se necesita para calentar el volumen de agua del servicio de ACS se puede utilizar, de manera general y aproximada, la siguiente fórmula, si bien es necesario contabilizar también las pérdidas de distribución, acumulación y recirculación:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot C_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O} \cdot (60^\circ - T_{\text{agua red}}) \text{ [kW}\cdot\text{h]}$$

▪ **CASO 1: Caldera de gas y paneles solares térmicos**

Aportación de los paneles solares térmicos = 1000 kWh

Demanda cubierta por la caldera de gas = 1500 kWh – 1000 kWh = 500 kWh

En este caso solo los paneles solares son de origen renovable y contribuyen por tanto a la demanda renovable ($f_{ep,ren}/f_{ep,tot}$ caldera gas = 0)

De esta manera, el porcentaje de la demanda de origen renovable es:

$$\% D_{ACS,ren} = 100 \cdot D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 \cdot (1000 \text{ energía renovable utilizada} / 1500 \text{ energía total}) = 66,6\%$$

▪ **CASO 2: Caldera de biomasa (pellets)**

En este caso la totalidad de la demanda se cubre con la caldera de biomasa.

Demanda cubierta por la caldera de biomasa = 1500 kWh

$$f_{ep,ren}/f_{ep,tot} \text{ caldera biomasa} = 1,028 / 1,113 = 0,9236$$

De esta manera, el porcentaje de la demanda de origen renovable es:

$$\% D_{ACS,ren} = 100 \cdot D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 \cdot (1500 \cdot 0,9236 \text{ energía renovable utilizada} / 1500 \text{ energía total}) = 92,36\%$$

▪ **CASO 3: Caldera de biomasa (pellets) y paneles solares térmicos**

Aportación de los paneles solares térmicos = 1000 kWh

Demanda cubierta por la caldera de biomasa = 1500 kWh – 1000 kWh = 500 kWh

$$f_{ep,ren}/f_{ep,tot} \text{ caldera biomasa} = 1,028 / 1,113 = 0,9236$$

Para un rendimiento de la caldera η tendríamos que la demanda cubierta por el equipo supone el consumo de $500/\eta$ de biomasa sólida

$$D_{ACS,ren} = D_{ACS,ren} \text{ PANELES SOLARES} + D_{ACS,ren} \text{ CALD. BIOMASA} = 1000 + 0,9236 \cdot 500 = 1461,8 \text{ kWh}$$

De esta manera, el porcentaje de la demanda de origen renovable es:

$$\% D_{ACS,ren} = 100 \cdot D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 \cdot (1461,8 \text{ energía renovable utilizada} / 1500 \text{ energía total}) = 97,4\%$$

▪ **CASO 4: Bomba de calor con $SCOP_{dhw} = 3$**

Demanda cubierta por la bomba de calor = 1500 kWh

El reparto de consumos por vectores energéticos para la demanda de ACS es:

- Electricidad, procedente de la red: $C_{el,red} = D_{ACS} / SCOP_{dhw} = 1500 / 3 = 500 \text{ kWh}$

- Energía ambiente: $C_{amb} = D_{ACS} \cdot (1 - (1/SCOP)) = 1500 \cdot (1 - 0,33) = 1000 \text{ kWh}$

Estos valores de consumos hay que traducirlos a sus valores de demandas. La relación de factores de paso para la electricidad de red es $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 0,0$ y para la energía ambiente

$f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1,0$, de modo que la electricidad es toda de origen no renovable mientras que la energía ambiente es toda de procedencia renovable.

El consumo de energía ambiente, dado el rendimiento unitario, supone $D = C_{el,amb} * 1,0 = 1000$ kWh de demanda de origen renovable.

De esta manera, el porcentaje de la demanda de origen renovable es:

$$\%D_{ACS,ren} = 100 * D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 * (1000 \text{ energía renovable utilizada} / 1500 \text{ energía total}) = 66,6\%$$

▪ CASO 5: Bomba de calor con $SCOP_{dhw} = 3$ y paneles fotovoltaicos

En este caso, parte de la energía eléctrica la bomba de calor que cubre el servicio de ACS proviene de producción fotovoltaica in situ y también suponemos un $SCOP_{dhw} = 3$.

Los paneles fotovoltaicos suministrarían 1000 kWh de electricidad producida in situ, siendo el consumo eléctrico del servicio de ACS un 40% del consumo eléctrico de los servicios EPB del edificio (ACS, calefacción, refrigeración y ventilación, en uso residencial). Así, la electricidad producida in situ utilizable en el servicio de ACS es de $0,4 * 1000 \text{ kWh} = 400 \text{ kWh}$.

El consumo de vectores energéticos sería el siguiente:

- Electricidad: $C_{el} = D_{ACS} / SCOP_{dhw} = 1500 / 3 = 500 \text{ kWh}$ de los cuales:

- $C_{el,PV} = 400 \text{ kWh}$ son de producción in situ

- $C_{el,red} = (500 - 400) = 100 \text{ kWh}$ provienen del suministro de red

- Energía ambiente: $C_{amb} = D_{ACS} * (1 - (1/SCOP)) = 1500 * (1 - 0,33) = 1000 \text{ kWh}$

Tanto la electricidad producida in situ como la energía ambiente tienen una relación $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1,0$, al igual que su eficiencia (relación entre demanda y consumo), mientras que para la electricidad de red tenemos $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 0,0$.

Así, los consumos de electricidad in situ y energía ambiente corresponden también a demanda satisfecha y, en ambos casos, son de origen renovable.

$$D_{ACS,ren} = D_{ACS,ren} \text{ PANELES FOTOVOLTAICOS} + D_{ACS,ren} \text{ ENERGÍA AMBIENTE} = 400 + 1000 = 1400 \text{ kWh}$$

De esta manera, el porcentaje de demanda de ACS sería:

$$\%D_{ACS,ren} = 100 * D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 * (1400 \text{ energía renovable utilizada} / 1500 \text{ energía total}) = 93,3\%$$

4.3 ¿No es redundante la exigencia de renovable del HE4?

Si ya se está limitando el consumo de energía primaria no renovable total que puede consumir un edificio, ¿no resulta redundante pedir un aporte mínimo renovable para cubrir la demanda de ACS?

Ciertamente, en una primera visión, puede resultar una limitación algo redundante pero la justificación de esta exigencia se fundamenta en varios puntos:

- La demanda de ACS supone un consumo cautivo puesto que los estándares de calidad de la ciudadanía actuales hacen difícil poder rebajarlos.

- Actualmente el consumo asociado al servicio de ACS ha subido porcentualmente y puede llegar a suponer fácilmente en torno a una tercera parte de los consumos totales del edificio. Esto se explica a partir de las reducciones producidas en el resto de servicios al reducirse las necesidades energéticas con las mejoras de las envolventes térmicas.
- Bajo esta perspectiva, y con el objetivo final de la descarbonización, resulta coherente obligar a un abastecimiento importante de dicha demanda mediante fuentes renovables, máxime cuando la energía térmica que se necesita aportar es especialmente fácil de conseguir a través del aprovechamiento solar del que dispone el país aunque no se restrinja el tipo de renovable a utilizar.

4.4 ¿Cómo se computa la energía residual?

El articulado del HE4 establece la posibilidad de utilizar la energía residual de instalaciones para la justificación de la cobertura renovable de las necesidades de ACS siempre que dicha energía sea efectiva y útil para el ACS.

Esta posibilidad de utilización de energía residual tiene además los siguientes condicionantes:

- La energía residual debe provenir de equipos de refrigeración, deshumectadoras o combustión del motor de bombas de calor accionadas térmicamente.
- Solo se tendrá en cuenta la energía obtenida de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.
- En uso residencial no se puede contabilizar más de un 20% de la energía extraída.

Los objetivos de estas limitaciones son:

- Evitar que la incorporación de un recuperador de calor, no ajeno a la instalación térmica del edificio, sino insertado en la misma afecte a la eficiencia de los procesos principales a los que atiende la instalación y se justifique el calor que se extrae como calor residual a efectos de su uso en ACS. Es decir, se busca que realmente se trate de energía residual y no un trasvase de energía que tenga impacto en el rendimiento de otro proceso de generación. En este sentido, se entiende como un recuperador ajeno a la instalación térmica del edificio aquel cuya presencia o ausencia no modifica el esquema ni el funcionamiento de la instalación que genera el calor residual.
- Hay que tener en cuenta, por un lado, la falta de simultaneidad de cargas entre el proceso principal y aquel que aprovecha energía residual y, por otro lado, la dificultad técnica de aprovechar dicha energía residual teniendo en cuenta el desacoplamiento de los sistemas, el salto térmico disponible, la fracción de fluido con el que se intercambia calor, etc. En lugar de solicitar la justificación de las eficiencias obtenidas en cada uno de estos aspectos, el texto fija, simplificada, una limitación al aprovechamiento máximo de la energía residual teóricamente disponible para uso residencial privado en un 20%.

4.5 HE4 en edificación existente

El cumplimiento de la exigencia de un porcentaje de demanda de ACS cubierto por energías de fuentes renovables puede plantear de inicio algunas dudas cuando se interviene en edificación existente, fundamentalmente cuando se hacen intervenciones puntuales en los sistemas de ACS (como en el uso residencial privado por ejemplo).

Es conveniente remarcar y explicitar conjuntamente ciertos puntos recogidos a lo largo de la sección HE4 y especialmente en el ámbito de aplicación:

- El HE4 establece la exigencia en relación al edificio en su conjunto, no en relación a las unidades de uso (como puedan ser las diferentes viviendas) y tampoco atiende a la centralización (o descentralización) del sistema de generación de ACS. Se entiende que en intervenciones menores en las que no se interviene en todo el edificio, es más difícilmente viable la exigencia (en muchos casos implica disponer de espacio en la cubierta del edificio o en fachadas).
- Hay que tener en cuenta que la aplicación en edificios existentes, o bien implica una intervención global en todo el edificio (del edificio en sí mismo o del sistema de generación térmica), o un incremento sustancial de la demanda, excluyendo por tanto la aplicación por intervenciones parciales en algunas unidades de uso. En el caso de edificios plurifamiliares con sistemas individuales, o bien es una intervención global para el conjunto del edificio cambiándose un número sustancial de sistemas, o puede considerarse que se trata de una intervención en una o varias unidades de uso pero no en el edificio y por tanto no sería de aplicación esta sección.
- La aplicación del HE4 en edificación existente incluye, siempre que la demanda de ACS sea superior a 100 l/d, la reforma de la instalación de generación térmica (es decir, el cambio de la caldera o generador) sin necesidad de cambiar la red de distribución.
- Es necesario tener siempre presente que en edificios existentes existe la posibilidad de aplicar el criterio de flexibilidad por inviabilidad técnica o económica.

1 Aspectos generales

2 Esquema de aplicación

3 Cumplimiento

4 Conceptos de interés

4.1. Reparto de la energía eléctrica generada

4.2. La cogeneración como posibilidad de generación eléctrica

HE5

GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1. ASPECTOS GENERALES

Esta sección se centra en la producción de energía eléctrica mediante fuentes de origen renovable.

La obligación se establece para cualquier edificio cuando se superen o incrementen los 1000 m² construidos (superficie en la que se computa la de los aparcamientos subterráneos).

La última modificación del HE amplía la obligatoriedad de esta sección a todos los edificios (no solo los de uso no residencial privado) de más de 1000m². Este cambio se produce a raíz de la aprobación del RD 244/2019 que habilitó el autoconsumo colectivo y redujo los trámites administrativos para la implantación del autoconsumo. De esta forma se da un impulso decidido a las energías renovables dentro de las líneas marcadas en el PNIEC.

A diferencia de la versión del 2013 que definía la exigencia en términos de producción fotovoltaica, y al igual que la sección HE4, esta versión se establece de forma neutra en relación a la tecnología usada, fijando el criterio de potencia mínima a instalar, independientemente del sistema y fuente renovable utilizada, si bien en nuestro país, la utilización de la tecnología fotovoltaica tiene una amplia presencia.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

HE5

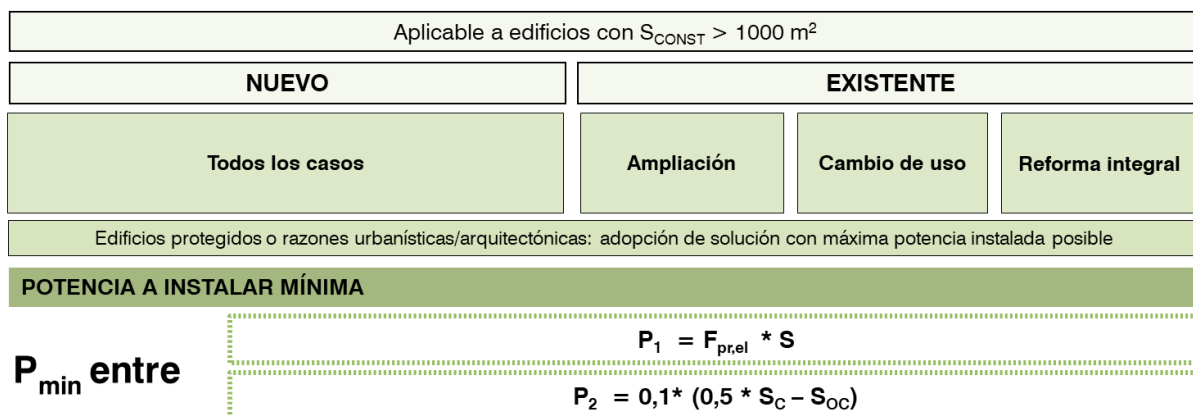


Fig.17. Esquema de aplicación HE5

3. CUMPLIMIENTO

Esta sección establece la obligatoriedad de incorporar sistemas de generación de energía eléctrica procedentes de fuentes renovables para uso propio o para suministro a la red.

Para cumplir esta exigencia lo que se establece es una potencia mínima a instalar que estará limitada también por la superficie de cubierta del edificio para tener en cuenta las posibilidades físicas de ocupación ya que esta es la zona más habitual de instalación de los sistemas de generación, en muchos casos, mediante paneles fotovoltaicos.

La potencia mínima a instalar será la menor entre:

$$P_1 = F_{pr,el} * S, \text{ y}$$

$$P_2 = 0,1 * (0,5 * S_c - S_{oc})$$

S = superficie construida del edificio

S_c = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación

S_{oc} = superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos

$F_{pr,el}$ = 0,005 para uso residencial privado y 0,01 para resto de usos

Estas restricciones permiten adecuar la obligatoriedad a las condiciones propias de cada proyecto concreto y, en el caso de aquellos edificios que por razones urbanísticas o arquitectónicas, o que por razones de protección oficial no puedan alcanzar la potencia a instalar mínima, deberán justificar dicha imposibilidad y adoptar la solución que alcance la máxima potencia instalada posible (teniendo en cuenta que la generación eléctrica renovable no solo es posible alcanzarse con paneles solares fotovoltaicos).

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 Reparto de la energía eléctrica generada

La cantidad de energía eléctrica que pueda generar un edificio tendrá un impacto en su eficiencia energética final, condicionado por una serie de factores:

- Ya se ha comentado que el intervalo de cálculo mensual establecido en la normativa impide la compensación de sobreproducciones eléctricas (habituales en los meses de verano) a lo largo de otros periodos del año. Por tanto, a nivel de eficiencia energética reglamentaria resulta coherente no sobredimensionar la instalación, aunque para el funcionamiento real del edificio puede resultar muy conveniente sobrepasar el dimensionado ajustado al HE5 para posibilitar la utilización del excedente de electricidad en otros usos del edificio.
- La metodología implementada en el DB-HE 2019 establece que la electricidad que se produce mes a mes se reparte entre el consumo de los diferentes sistemas eléctricos que abastecen los servicios EPB de manera proporcional a dichos consumos.

De esta manera, cuantos más servicios EPB estén abastecidos por sistemas eléctricos, más se podrá repercutir la producción eléctrica generada.

Poniendo un ejemplo:

Un edificio de oficinas de 1500 m² tiene una potencia instalada de 15 kW mediante paneles fotovoltaicos con su correspondiente producción mensual que en el mes de julio puede rondar los 0,8 kW/hm². Los servicios de calefacción y ACS se abastecen con una caldera de biomasa mientras que el servicio de refrigeración se abastece con una enfriadora y la iluminación se nutre de la red eléctrica. En este caso, la producción eléctrica solo se puede repartir entre los servicios de refrigeración e iluminación, en la misma proporción que los consumos de esos servicios EPB de cada mes hasta abastecerlos por completo.

Si la suma de estos consumos mensuales es inferior a la producción eléctrica mensual de los paneles fotovoltaicos, la energía eléctrica restante puede utilizarse en la vida real en abastecer todo el equipamiento informático de las oficinas, los ascensores, etc, pero a nivel reglamentario se considerará “perdida” puesto que no tiene usos EPB en los que poder utilizarse y el k_{exp} se considera igual a 0.

Por tanto, a nivel de cómputo reglamentario:

- En los meses de invierno, si solo hay necesidad de calefacción y ACS, la producción eléctrica de los paneles fotovoltaicos solo podrá abastecer la iluminación: el 100% de la energía eléctrica producida irá a ese servicio.
- En los meses de verano, la producción eléctrica podrá abastecer los servicios de refrigeración e iluminación: si el porcentaje de consumo de dichos servicios es por ejemplo para el mes de julio del 65% para refrigeración y el 35% para iluminación, la energía eléctrica producida se repartirá en esos mismos porcentajes para cada uno de los servicios, variando mes a mes según sea el perfil de consumos.

4.2 La cogeneración como posibilidad de generación eléctrica

La exigencia del HE5 establece para edificios no residenciales la necesidad de generar energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

Podemos definir la cogeneración renovable como el aprovechamiento de la energía térmica procedente de procesos de cogeneración alimentados por energía procedente de fuentes renovables.

Por tanto, los sistemas de cogeneración solo podrán computar su producción de energía eléctrica para el cumplimiento del HE5 cuando la energía que alimenta el proceso principal de generación de energía térmica procede de fuentes renovables. Así, la alimentada por biomasa tiene carácter fundamentalmente renovable pero no así la alimentada por gas.

Poniendo un ejemplo:

Un bloque residencial privado no tiene exigencia de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Aun así, dispone de un sistema de cogeneración que abastece tanto la calefacción como el ACS del conjunto de las viviendas y la producción eléctrica que consigue la destina al servicio de iluminación y ventilación en invierno y al servicio de iluminación, ventilación y refrigeración en verano.

Para el balance energético del DB-HE, independientemente de que el consumo de iluminación no se evaluará al no ser un uso EPB en residencial privado, solo puede valorarse la producción eléctrica del sistema de cogeneración si el cogenerador está alimentado por fuentes renovables, es decir, biomasa o biogás.

En cuanto al cumplimiento del HE4 mediante el sistema de cogeneración, igualmente solo se considerará su aporte si está alimentado por fuentes renovables, pero añadiendo además el condicionante de incorporación in situ o en las proximidades (redes de distrito).

1 Aspectos generales

2 Esquema de aplicación

3 Cumplimiento

4 Conceptos de interés

4.1. HE6 en edificación existente

4.2. Concepto de plazas y fracciones

HE6

DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

1. ASPECTOS GENERALES

Esta sección se centra en la obligación de incorporar infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos en los edificios que cuenten con zonas destinadas a aparcamiento, ya sean interiores o exteriores, e independientemente del uso del edificio.

La obligación se establece para todo tipo de edificios nuevos y para edificios existentes en unos supuestos determinados.

Esta nueva exigencia deriva de la Directiva Europea (UE) 2018/844, por la que se modifican la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, y que impulsa la introducción de requisitos específicos para la implantación de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos en los aparcamientos de los edificios, con el objetivo de que tanto la edificación como la movilidad se constituyan en ámbitos estratégicos para la descarbonización general de la economía.

El desarrollo de las infraestructuras para la recarga de los vehículos eléctricos contribuirá a la gestión y la flexibilidad energética, el uso de energías de origen renovable y la mejora de la calidad del aire, y su rendimiento energético se optimizará con la digitalización del edificio y la incorporación de nuevas tecnologías en este ámbito.

2. ESQUEMA DE APLICACIÓN

HE6

NUEVO	EXISTENTE			
Todos los casos excepto: <ul style="list-style-type: none"> Edificios con uso distinto al residencial privado con <10 plazas 	Ampliación $S_{\text{util ampliada}} > 50\text{m}^2$ + la ampliación incrementa $> 10\% S_{\text{const}} \text{ o } V_{\text{const}}$ + se intervenga en el aparcamiento	Cambio de uso	Reformas Incluyan intervenciones en el aparcamiento + >25% ET	Intervención en instalación eléctrica Que afecte a >50% potencia instalada en el edificio para aparcamientos interiores Que afecte a >50% potencia instalada en el aparcamiento para aparcamientos interiores y exteriores
Excepto cuando el coste de cumplimiento del HE6 supere el 7% del coste global de intervención (CEM) en el caso de edificios con uso residencial privado o de edificios de otros usos con <20 plazas				
Excepto edificios protegidos				
INFRAESTRUCTURA DE RECARGA conforme ITC BT 52 (Instalación sistemas de conducción de cables)				
<u>USO RESIDENCIAL PRIVADO</u>				
Para el 100% de las plazas				
<u>OTROS USOS</u>				
Para al menos el 20% de las plazas + 1 estación de recarga por cada 40 plazas o fracción o 1 estación de recarga por cada 20 plazas o fracción para AGE y OOPP				
1 ESTACIÓN DE RECARGA ACCESIBLE POR CADA 5 PLAZAS ACCESIBLES				

Fig.18. Esquema de aplicación HE6

3. CUMPLIMIENTO

Las exigencias de esta sección son iguales tanto para edificios nuevos como para las intervenciones establecidas en edificios existentes exceptuando las cláusulas concretas de exención en cada caso:

- Nuevos: edificios de uso distinto al residencial privado con menos de 10 plazas
- Existentes: casos en los que coste de la obra de la instalación de infraestructura suponga más del 7% del coste de ejecución material de la intervención global que se esté realizando, cuando se trate de edificios de uso residencial privado o de edificios de otros usos que tengan menos de 20 plazas de aparcamiento.

Con estas excepciones, además de los edificios protegidos, es obligatorio:

- realizar una instalación de cableado que permita el futuro suministro a estaciones de recarga de vehículos eléctricos:
 - en uso residencial privado, para el 100% de las plazas;
 - en el resto de usos, para el 20% de las plazas;

2) realizar la instalación de estaciones de recarga:

- en edificios de uso distinto al residencial privado cuya titularidad recaiga en la Administración General del Estado u Organismos Públicos vinculados a ella, con una dotación de una estación por cada 20 plazas o fracción;
- en otros edificios de uso distinto al residencial privado, con una dotación de una estación de recarga por cada 40 plazas o fracción.
- además, en los casos anteriores, debe incorporarse una estación de recarga accesible por cada 5 plazas de aparcamiento accesible de las que disponga el edificio, cumpliendo las condiciones que especifica el Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA).

4. CONCEPTOS DE INTERÉS

4.1 HE6 en edificación existente

A parte del marco de aplicación que establece el HE6 para intervenciones en edificación existente, es importante recalcar que el [Real Decreto Ley 29/2021](#), de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables, establece, en su artículo 4, la obligatoriedad de incorporar las siguientes dotaciones mínimas antes del 1 de enero de 2023 para edificios de uso distinto del residencial privado con más de 20 plazas:

- en edificios que sean titularidad de la Administración General del Estado u organismos públicos vinculados a ella, una instalación de recarga por cada 20 plazas o fracción hasta 500 plazas, y una estación de recarga más por cada 100 plazas adicionales o fracción;
- en el resto de edificios, una estación de recarga por cada 40 plazas o fracción hasta 1000 plazas y una estación de recarga más por cada 100 plazas adicionales o fracción.

Dicho Real Decreto, por tanto, fija las obligaciones en relación a la dotación de infraestructura de recarga en casos que, por no existir intervención en el edificio, no forman parte del ámbito de aplicación del CTE.

4.2 Concepto de plazas y fracciones

El HE6 cuantifica la exigencia en función de las plazas de aparcamiento del edificio.

Resulta conveniente aclarar que los espacios o zonas destinadas al estacionamiento de bicicletas o patinetes no se consideran plazas de aparcamiento a los efectos de establecer el número de plazas de aparcamiento que da lugar al nacimiento de la exigencia ni a los efectos de su cuantificación.

Igualmente, por el concepto de fracción se entiende cada número de plazas que se encuentren por debajo de la cifra límite marcada en cada caso.

Poniendo un ejemplo: un edificio nuevo de oficinas privadas con dos plantas de garaje bajo rasante con un total de 217 plazas y un aparcamiento en superficie con un total de 50 plazas, el HE6 obliga a instalar:

- Instalación de cableado para un total de 54 plazas (el 20% de 267 plazas redondeado a entero superior)
- Instalación de estaciones de recarga para 7 plazas (1 estación por cada 40 plazas + 1 estación por fracción de 40 plazas, $267 = 6 \cdot 40 + 27$, donde 27 es la parte fraccionaria, al no alcanzar una unidad de 40 plazas)
- De esas 7 estaciones de recarga, 1 de ellas debe situarse en una plaza de aparcamiento accesible puesto que el edificio debe contar con 5 plazas de aparcamiento accesible según establece el DB-SUA (una plaza accesible por cada 50 plazas de aparcamiento o fracción, hasta 200 plazas y una plaza accesible más por cada 100 plazas adicionales o fracción, $267 = 4 \cdot 50$ hasta $200 + 67$, donde 67 es la parte fraccionaria al no alcanzar una unidad de 100 plazas)

ANEXO 1. Cuadro resumen del ámbito de aplicación del DB-HE

	HE0	HE1	HE2-RITE y HE3	HE4	HE5	HE6
OBRA NUEVA	Edificación nueva	Edificación nueva	Todas las instalaciones térmicas y Edificación nueva	Edificación nueva con demanda de ACS mayor de 100 l/d Climatización del agua del vaso de piscinas cubiertas	Edificación nueva	Edificación nueva
AMPLIACIONES	Ampliaciones de una unidad de uso cuando se incremente más del 10% su sup. constr. y la sup. útil ampliada sea > 50m ² Ampliaciones de una unidad de uso cuando se incremente más del 10% su volumen y la sup. útil ampliada sea > 50m ²	Ampliaciones	Ampliaciones de más del 25% de la superficie iluminada total cuando la ampliación tiene más de 1000 m ² de superficie útil	Ampliaciones cuando la demanda inicial sea > 5000 l/d y se incremente al menos el 50%	Ampliaciones cuando la superficie construida ampliada de todos los edificios de la parcela sea > 1000 m ² incluidos los aparcamientos subterráneos	Ampliaciones de una unidad de uso cuando se intervenga en el aparcamiento y además se incremente más del 10% la superficie o el volumen constr. y la sup. útil ampliada sea > 50m ²
REFORMAS	Reforma si se renuevan las instalaciones de generación térmica y simultáneamente más del 25% de la envolvente térmica	Reforma de más del 25% de la envolvente	Renovación de más del 25% de la superficie iluminada cuando el edificio tiene más de 1000 m ² de superficie útil	Intervención cuando la demanda del edificio inicial sea > 5000 l/d y se incremente en al menos el 50% Reforma integral del edificio cuando la demanda del edificio resultante sea > 100 l/d Reforma de la instalación de generación térmica cuando la demanda del edificio sea > 100 l/d Climatización de piscinas existentes que se vayan a cubrir por primera vez o que renueven la instalación de generación térmica para el calentamiento del agua del vaso de piscina	Reformas integrales	Reformas que incluyan intervenciones en el aparcamiento y simultáneamente afecten a más del 25% de la envolvente térmica Intervención en la instalación eléctrica de edificio que afecte a más del 50% de la potencia instalada en el edificio, cuando el aparcamiento se sitúe en el interior del edificio Intervención en la instalación eléctrica del aparcamiento que afecte a más del 50% de la potencia instalada en el aparcamiento, tanto para aparcamientos interiores y exteriores
CAMBIOS DE USO	Cambio de uso a uso distinto de residencial privado cuando la sup. útil sea > 50 m ² Cambio de uso a uso residencial privado cuando la sup. útil sea > 50 m ²	Cambios de uso	Cambio de uso característico del edificio Cambio de actividad de una zona	Cambio de uso característico del edificio	Cambio de uso	Cambio de uso
Exclusiones	Edificios provisionales de menos de 2 años Edificios protegidos oficialmente Edificios industriales, de defensa y agrícolas no residenciales Edificios <50m ² cuyos suministros de energía no se realizan mediante conexión a redes de transporte o distribución	Edificios provisionales de menos de 2 años Edificios protegidos oficialmente Edificios industriales, de defensa y agrícolas no residenciales Edificios <50m ² cuyos suministros de energía no se realizan mediante conexión a redes de transporte o distribución	Edificios provisionales de menos de 2 años Edificios protegidos oficialmente Edificios industriales, de defensa y agrícolas no residenciales Instalaciones interiores de viviendas Aluminado de emergencia Edificios <50m ² "aislados" Edificios <50m ² "aislados"		Edificios protegidos oficialmente Edificios con superficie construida < 1000m ²	Edificios con uso distinto al residencial privado con menos de 10 plazas Cuando el coste de cumplimiento del HE6 supere el 7% del coste global de intervención (CEM) en el caso de intervenciones en edificios con uso residencial privado o de edificios de otros usos con <20 plazas Edificios protegidos oficialmente